

탄수화물 섭취 분율에 따른 한국 성인의
운동 형태와 대사증후군 유병률

연세대학교 보건대학원

건강증진교육학과

이 수 형

탄수화물 섭취 분율에 따른 한국 성인의
운동 형태와 대사증후군 유병률

지도 남정모 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함

2009년 12월 2일

연세대학교 보건대학원

건강증진교육학과

이 수 형

이수형의 보건학 석사학위논문을 인준함

심사위원 _____ ①

심사위원 _____ ①

심사위원 _____ ①

연세대학교 보건대학원

2009년 12월 2일

감사의 말씀

본 논문이 완성되기 까지 많은 지도와 도움을 주신 남정모 교수님과 바쁘신 중에도 세심한 지도와 배려를 아끼지 않으신 지선하 교수님과 오경원 교수님께 깊은 감사드립니다.

이 수 형 올림

차 례

국문요약	
I. 서론	1
연구배경	1
연구목표	4
II. 연구방법	5
연구 모형	5
변수의 선정	6
연구자료(연구대상)	8
분석방법	9
III. 결과	11
1. 일반적 특성	11
2. 대사증후군 유무에 따른 기본적인 특성	15
3. 각종 혼란변수에 따른 대사증후군 유병률	19
4. 탄수화물 섭취 분율에 따른 네 집단에서의 운동과 대사증후군 유병률	25
5. 탄수화물 섭취 분율이 75퍼센타일 이상인 집단에서의 운동 효과	31
IV. 고찰	33
V. 결론	38
참고문헌	39
영문초록	43

표 차 례

Table 1. General characteristics of the study population	12
Table 2. Diet and exercise characteristics of the study	14
Table 3. Comparison of general characteristics between Koreans with and without metabolic syndrome	16
Table 4. Comparison of diet & exercise characteristics between Koreans with and without metabolic syndrome	18
Table 5. Metabolic syndrome and the associated factors	21,22
Table 6. Exercise and metabolic syndrome odds ratio	24
Table 7. Exercise and metabolic syndrome by the proportion of carbohydrate in Koreans	26
Table 8. Exercise and metabolic syndrome by the proportion of carbohydrate in men	28
Table 9. Exercise and metabolic syndrome by the proportion of carbohydrate in women	30
Table 10. Exercise and Metabolic syndrome components in high carbohydrate diet group	32

그 립 차 례

Figure 1. Schematic model of the study	5
--	---

국문 요약

탄수화물 섭취와 근력운동의 경우 인슐린 저항성과 관련성이 높다. 특히 근력운동의 경우 유산소운동에 비해 그 효과가 아직 확실하게 밝혀지지 못했는데 최근의 연구 결과에 의하면 비만이나 당뇨병 환자와 같은 인슐린 저항성에 문제가 있었던 사람에서 시행할 경우 효과가 비교적 일치되게 나타났다. 그래서 본 연구에서는 탄수화물 섭취가 많은 집단은 인슐린 저항성이 동반되어 있을 가능성이 높고 그렇다면 근력운동의 효과가 있을 수 있는 대상인 만큼 이 부분에 대해 확인해 보고자 하였다.

제3기(2005) 국민건강영양조사 결과를 바탕으로 하였다. 만 19세 이상의 성인 중 전날 금식 후 검진조사를 완료한 5,422명을 연구 대상으로 하여 개인 면접조사 및 설문조사 그리고 검진 당일 신체계측 및 검진 결과를 바탕으로 대사증후군 유무를 판별하였고 24시간 회상법에 의해 총열량 및 탄수화물, 지방, 단백질량을 산출하였다.

결과적으로 2005년 추계인구를 표준으로 하여 연령보정(age-adjusted) 대사증후군 유병률은 19.4%로 남성에서는 21.9%, 여성에서는 16.8%이었다. 이는 이전의 연구결과와 비교하면 높은 수치로서 연구방법적인 차이 외에도 증가하는 추세를 반영하는 결과로 생각된다. 연령, 성별, 체질량지수, 흡연, 음주, 운동 등 건강행위 실천여부, 가계수입, 교육수준, 사회경제학적 변수 등을 포함하여 대사증후군 유병률의 교차비를 구하였을 때 연령과 체질량지수가 증가함에 따라 대사증후군 유병률이 유의하게 증가하였다. 그리고 현재흡연자, 하루 70g 이상의 음주자일 경우 대사증후군 유병률이 높았고($P=0.0473$, $P=0.0293$), 중등도 신체활동을 1회 30분 이상, 주 5회 이상 시행한 집단의 경우 전혀 하지 않는 집단에 비해 대사증후군 유병률 교

차비는 0.7(95% CI: 0.5-0.9)로 유의하게 낮게 나타났다($P=0.0003$). 근력운동은 대사증후군 유병률 교차비가 0.8(95% CI: 0.6-1.0)로 낮았지만 통계학적으로 유의하지는 않았다($P=0.0927$).

총열량 대비 탄수화물 분율에 따라 네 집단으로 나누어 운동의 효과를 살펴보면 중등도 신체활동의 경우 탄수화물 섭취 정도와 관계없이 대체로 일정한 효과를 나타낸 반면 근력운동은 탄수화물 섭취가 많을수록 대사증후군 유병률 교차비가 낮아지는 경향을 보였다. 특히 탄수화물 섭취 분율이 75퍼센타일 이상인 경우 교차비가 0.4(95% CI: 0.2-0.8)로 통계학적으로 유의하게 대사증후군 유병률이 낮았다($P=0.0122$). 남녀를 구분하여 분석해보면 남성에서는 운동의 효과가 비슷한 양상으로 유의하게 나타났는데 비해 여성에서는 어떠한 운동도 통계학적으로 유의하지 못했다. 탄수화물 섭취 분율이 높은 집단에서 각각의 운동 형태가 대사증후군의 5가지 각 요소에 미치는 영향을 살펴보았을 때 중등도 신체활동의 경우 고밀도지질단백(HDL)의 상승($P=0.0150$), 허리둘레 감소($P=0.0128$)와 연관성이 높게 나타났고 근력운동은 혈압 감소($P=0.0039$), 중성지방 감소($P=0.0056$)와의 연관성이 통계학적으로 유의하게 나타났다.

결론적으로 일반적으로는 여러 운동 형태 중에서는 중등도 신체활동 실천 집단이 대사증후군 유병률이 낮았는데 총열량 대비 탄수화물 섭취 분율이 높은 사람에서는 인슐린 저항성에 도움이 될 수 있는 근력운동 실천 집단도 낮은 대사증후군 유병률을 보였는데 대사증후군 각 요소별로 분석해보면 중성지방과 혈압 감소에 의한 효과라고 생각된다.

I. 서론

연구의 배경

대사증후군은 심혈관질환 및 제2형 당뇨병의 위험요인들의 조합으로 복부비만, 중성지방(Triglyceride, TG)의 상승, 고밀도지질단백(High density lipoprotein, HDL)의 감소, 공복혈당 증가, 고혈압의 요소로 구성되어 있다 (Fappa EM et al, 2008). 이러한 대사증후군은 식이패턴과 운동 등의 생활 습관과 밀접한 관계가 있는데 실제로도 영양소 섭취와 대사증후군 유병률과의 관계에 대한 많은 연구 결과가 있고(Skilton MR et al, 2008), 신체활동 또한 대사증후군의 대부분의 요소들(혈압상승, 인슐린저항성, 복부비만)에 대해 효과가 있다고 알려져 있다(Gayda M et al, 2006; Panagiotakos DB et al, 2004).

우리나라는 예로부터 쌀을 주식으로 하면서 다른 나라에 비하면 전체적으로 탄수화물의 섭취가 많은 편이다. 지방에 비해 탄수화물 섭취에 대해선 비교적 관대했고 오히려 권장되었던 것이 사실이었었는데 최근 많은 연구에서 지방의 섭취 못지않게 탄수화물 섭취가 인슐린 저항성 및 체중 조절에 중요한 역할을 할 것으로 보고되고 있다(Shai I et al, 2008). 그리고 저탄수화물 식이를 통해 혈압과 중성지방을 낮춤으로써 대사증후군을 줄일 수 있다고 알려져 있다(Muzio F et al, 2007).

대사증후군 치료에 있어서 운동의 효과는 많은 부분이 체중 감소에서 기인하는 것으로 특히 체중감소 노력 후 체중 감소 유지에 효과적이다 (Vortuba SB et al, 2000). 이러한 체중감소 및 비만 또는 대사증후군 치료

를 위한 운동은 대부분 유산소운동이 권장되고 있다. 한 연구에 의하면 감독하 유산소운동 훈련(supervised aerobic exercise training)을 20주 동안 시행했을 때 대사증후군 환자의 30%에서 회복하는 효과가 있었다(Katzmarzyk PT et al, 2003).

유산소운동은 세포내 미토콘드리아 밀도와 미오글로빈(myoglobin)을 증가시키고 모세혈관을 형성하여 최대 산소 소비량을 증가시킴으로써 체지방 감소, 즉 살이 빠지게 된다(최 등, 2004). 유산소운동의 경우 체지방 감소에 대해서는 대체적으로 일치되는 연구결과를 보이고 있다. 하지만 체지방 체중(fat free mass)의 유지에 대해서는 한계가 있다(Layman DK et al, 2005). 유산소운동으로 체중이 7kg이상 감량이 되면 지방뿐만이 아니라 체지방 체중(Fat-free mass) 또한 감소하게 된다(Garrow JS & Summerbell CD, 1995). 체지방과 체지방 체중이 감소하면 휴식시 에너지 소모(resting energy expenditure, REE), 즉 기초대사량이 감소하게 된다(Leibel RL et al, 1995). 기초대사량은 체중감소 및 유지에 중요한 부분으로 이러한 이유로 대부분의 운동처방에서는 유산소운동과 더불어 근력운동도 함께 할 것을 권유하게 된다.

근력을 강화시키는 근력운동, 즉 저항운동(resistance training)은 인슐린 분비를 촉진함으로써 아미노산 유용성을 증대시키고 수축성 근육단백질 합성을 촉진하여 근육량을 증대시키므로 기초대사량이 증가하고 소비에너지가 높아져서 비만을 해소할 뿐 아니라 당뇨, 고혈압 등에 효과를 보인다(Fluckey JD et al, 1995). 외국의 한 연구에서 원래 활동량이 적고 과체중인 젊은 성인(평균 21세) 39명을 대상으로 6개월간의 저장도 저항운동 시행 후 평가하였을 때 수면시, 휴식시 기초 대사량이 대조군에 비해 뚜렷하게 증가하는 결과를 보였다(Kirk EP et al, 2009). 또한 대사증후군 환자를 대상으로 8주간의 저장도 저항운동을 시행하여 인슐린 저항성을 낮출 수

있었고(Dumortier M et al, 2003), 국내의 연구에서도 26명의 여성 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 저항운동과 유산소운동으로 나누어 실험하였을 때 체질량지수, 혈당, 콜레스테롤 수치가 저항운동 집단에서도 뚜렷한 효과를 보였다.

하지만 아직까지는 저항운동의 효과에 대해서는 아직 논란의 여지가 많은 것도 사실이다. 그래서 최근 메타분석 연구결과가 눈길을 끄는데, 1950년에서 2008년 사이 MEDLINE Plus/Ovid 문헌검색 시스템(literature search system)을 통해 분석한 결과 비만과 당뇨병 환자에서의 저항운동(resistance exercise training)은 대다수의 연구에서 인슐린 감수성을 높이고 인슐린 저항성을 낮출 수 있는 것으로 나타났다(Tresierras MA & Balady GJ et al, 2009). 즉, 특별한 문제가 없던 사람을 대상으로는 뚜렷한 효과를 보이지 못한 경우가 많았지만, 비만이나 당뇨병과 같이 인슐린 저항성이 어느 정도 있었던 사람을 대상으로 한 경우에는 비교적 효과를 보이는 경우가 많았다.

종합해보면 탄수화물 섭취는 인슐린 저항성을 증가시키고 대사증후군 유병률과 밀접한 관계에 있는데 이러한 경우 근력운동의 효과가 있을 수 있기 때문에 이 부분을 확인해 보고자 한다. 즉 기존의 연구 결과에서 비만이나 당뇨병 환자와 같은 인슐린 저항성에 문제가 있었던 사람에서 근력운동의 효과가 있었던 만큼 본 연구에서는 탄수화물 섭취가 많은 집단은 인슐린 저항성이 동반되어 있을 가능성이 높고 또한 근력운동의 효과가 있을 수 있겠다는 가설에서 연구를 시작하였다. 특히 식이요법과 더불어 운동을 함께 했을 때 그 효과가 더욱 증대될 수 있다고 알려져 있다(Christ M et al, 2004; Watkins LL et al, 2003). 문제되는 식습관에 따른 특정 운동형태가 대사증후군에 어떠한 영향을 줄 수 있는지 제3기(2005) 국민건강영양조사 자료를 이용하여 분석하였다.

연구 목표

1. 각종 혼란변수(성별, 연령, 체질량지수, 사회경제학적 변수, 건강행위 실천 여부)를 고려한 후 탄수화물 섭취 분율 및 운동 형태에 따른 대사증후군 유병률 사이의 상관관계를 확인한다.
2. 탄수화물 섭취량 분율 사분위수에 따른 네 집단에서 각각의 운동형태 및 횟수에 따른 대사증후군 유병률 차이를 확인한다.
3. 탄수화물 섭취 비중이 높은 4사분위수 집단에서 운동형태 및 횟수와 대사증후의 각 요소(중성지방, 혈당, 복부비만, 혈압, 고밀도지질단백) 사이의 상관관계를 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구모형

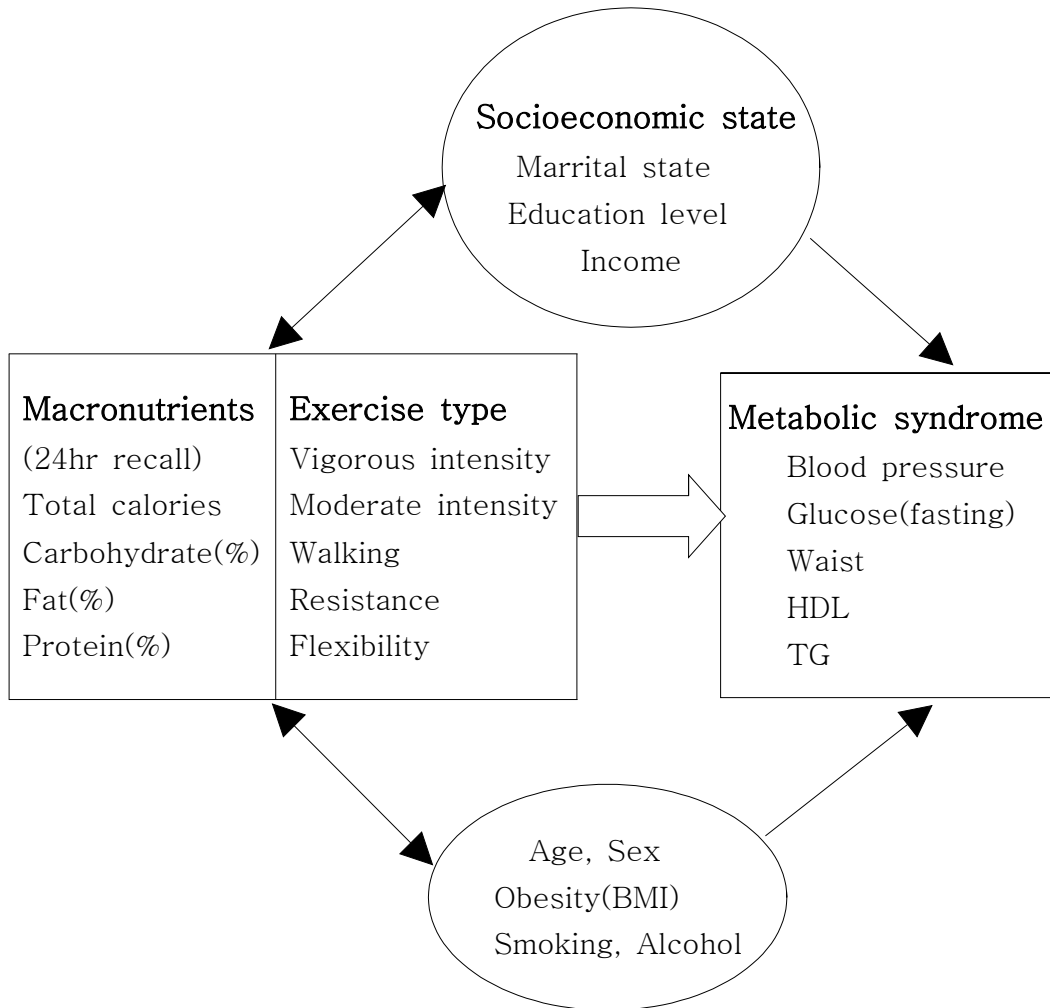


Figure 1. Schematic model of the study

2. 변수의 선정

대사증후군의 진단은 2001년 NCEP-ATP III에서 정한 기준을 바탕으로 (National Heart Lung and Blood Institute, 2001), 2005년 미국 심장협회와 국립 심폐혈관연구소에서 새로운 지침으로 제시한 modified ATP III 기준을 사용하였다(Grundy SM et al, 2005). 복부 비만 항목은 인종 간 차이를 고려하여 허리둘레는 2000년 아시아/태평양지역에서 제시한 허리둘레(남자 90cm 이상, 여자 80cm 이상)를 적용하였다(WHO West Pacific Region, 2000). 다음의 5가지 항목 중 3가지 이상을 만족하는 경우를 대사증후군으로 정의하였다. 고혈압, 고지혈증, 당뇨병 약물을 복용중인 사람의 경우에는 운동에 미칠 수 있는 영향을 고려하여 대사증후군 기준에서 제외시켰다.

- 1) 허리둘레 ≥ 90 cm(남), ≥ 80 cm(여)
- 2) 혈압 $\geq 130/85$ mmHg
- 3) 공복혈당 ≥ 100 mg/dL
- 4) 중성지방 ≥ 150 mg/dL
- 5) HDL-콜레스테롤 < 40 mg/dL (남), < 50 mg/dL (여)

사회경제학적 요인을 살펴보기 위해 제3기(2005) 국민건강영양조사에서 조사된 결혼상태, 교육수준, 소득수준을 사용하였다. 결혼상태는 기혼, 미혼, 기타로 구분하였고 교육수준은 초등학교 졸업이하, 중학교 졸, 고등학교 졸, 대학 이상으로 구분하여 총 교육년수를 사용하였다(<7 , 7-9, 10-12, >12). 소득수준은 가구의 월 단위 수입에 기초하여 백만원 미만, 1-2백만원, 2-3백만원, 3백만원 이상 등 네 집단으로 구분하였다.

흡연, 음주, 운동 등의 건강행위 실천 여부는 다음과 같은 방법으로 범주화하였다. 흡연의 경우 비흡연, 과거흡연자(Ex-smoker), 현재흡연자(current smoker)로 구별하였고, 음주량은 설문지에서 하루에 마시는 소주량 자료를 바탕으로 알코올 g을 계산하여 변수로 사용하였다. 즉 전혀 마시지 않는 집단, 30g 미만, 30-70g, 70g 이상의 집단으로 구분하였다. 운동과 관련된 변수는 고강도 신체활동, 중등도 신체활동, 걷기운동, 근력운동, 유연성운동으로 분류하여 각각에 대해 범주화하였다.

고강도 신체활동의 경우 설문지에서 지난 일주일동안 숨이 많이 가쁘고 심장박동이 많이 증가하는 격렬한 신체활동(달리기, 축구, 농구, 줄넘기, 등산, 빠르게 자전거 타기, 단식테니스, 스쿼시 등)을 1회 20분 이상 그리고 1주일에 3회 이상 한 집단, 그 기준보다는 못한 집단, 전혀 하지 않는 세 집단으로 구분하였다. 중등도 신체활동은 지난 일주일동안 평소보다 숨, 심장박동이 조금 증가하는 중등도 신체활동(배구, 배드민턴, 탁구, 수영, 복식 테니스 등이며, 걷기는 제외함)을 1회 30분 이상 그리고 1주일에 5번 이상 시행한 집단과 그 기준보다는 못한 집단, 전혀 하지 않는 세 집단으로 구분하였다. 걷기운동은 1주일에 5회 이상 그리고 1회 30분 이상 걷는 집단, 그 기준보다는 못한 집단, 전혀 하지 않는 집단으로 구분하였다. 근력운동(팔굽혀펴기, 윗몸일으키기, 아령, 덤벨, 역기 등의 중량을 이용한 운동), 유연성운동(스트레칭, 미용체조, 요가 등)은 지난 일주일 동안 3회 이상 시행한 집단, 3회 미만, 전혀 하지 않은 집단으로 구분하였다.

총열량 대비 탄수화물, 지방, 단백질 영양소 분율은 24시간 회상법에서 계산된 탄수화물, 지방, 단백질 질량(g)을 열량으로 전환 후(탄수화물×4, 지방×9, 단백질×4) 탄수화물, 지방, 단백질 열량을 합한 값(탄수화물×4+지방×9+단백질×4)으로 나누어 각각의 분율을 계산하였다.

3. 연구자료(연구대상)

본 연구 대상자는 제3기(2005) 국민건강영양조사 결과를 바탕으로 하였다. 국민건강영양조사는 건강설문조사(건강면접조사, 보건의식행태조사), 검진조사, 영양조사 크게 세 분류로 구분할 수 있는데 이 중에서 검진조사 결과를 바탕으로 하였다. 검진조사는 1세이상 10,816명의 조사 대상 중에서 7,597명(70.2%)이 검사 완료하였다. 그 중 19세 이상 성인 중 전날 금식한 후 검진을 시행한 총 5,422명을 연구 대상으로 하였다.

논문에서 사용된 고혈압, 당뇨, 고지질혈증 약물 복용력을 비롯한 결혼 여부, 교육정도 등의 가구원의 일반 특성, 가계 월수입 등의 경제상태 등의 건강면접조사는 가구원 개개인에게 직접 면접 조사하였다. 흡연, 음주, 신체활동 등의 보건의식행태조사는 설문지의 자가기입으로 조사되었다. 신체활동 관련 항목은 국제적 비교가 가능하도록 세계보건기구의 IPAQ (International Physical Activity Questionnaire)을 포함하였다. 신장, 체중, 허리둘레 등의 신체계측 및 혈압측정, 임상검사는 검진센터에서의 계측 및 검진에 의해 조사되었다. 만 1세 이상에서 신장, 체중, 허리둘레를 측정하였고 수축기 및 이완기혈압은 총 3회 측정하여 2회와 3회의 평균으로 정의하였다. 24시간 회상법 등에 의한 영양조사는 가정방문하여 개별면접 조사하였다.

4. 분석방법

모든 통계 처리는 SAS 9.1 한글판(Statistical analysis system version 9.1, SAS Institute, Cary, NC) 프로그램을 이용하였다고 유의 수준은 $P<0.05$ 로 정의하였다. 검진조사 분석시 임상검사 결과에 대한 이상값 검토는 1/3법칙(one-third rule)을 사용하였다. 이 법칙은 관측치를 오름차순으로 정렬한 후, 관측치와 그 다음 관측치 차이의 절대값($D_i = |Y(i) - Y(i+1)|$)이 전체 관측치 범위 ($R = \text{최대값} - \text{최소값}$)의 1/3보다 크면 ($D_i/R \geq 1/3$) 관측치 $Y(i)$ 또는 $Y(i+1)$ 을 이상값 기준으로 정하고, 이상값 기준이 평균 이하인 경우는 이상값 기준 이하의 모든 관측치를, 평균 이상인 경우는 이상값 기준 이상의 모든 관측치를 이상값으로 정하였다.

대사증후군 유무에 따른 기본적인 특성의 비교는 연속변수의 차이는 t-검정을 사용하였고 범주형 변수의 차이는 chi-square test를 이용하였다. 각종 사회경제학적 변수, 건강행위 실천여부 및 성별, 연령, 체질량지수 등의 각종 혼란변수를 고려하여 로지스틱 회귀분석을 통해 대사증후군 유병률의 교차비(Odds ratio)를 구하였다. 운동의 형태에 따른 대사증후군 유병률 교차비는 각각의 해당 운동형태만을(즉, 고강도 신체활동, 중등도 신체활동, 걷기운동, 근력운동, 유연성운동) 로지스틱 회귀분석에 포함시켜 각각의 교차비를 구하였다.

탄수화물 섭취 분율에 따른 집단은 탄수화물, 지방, 단백질의 각 열량 총합 대비 탄수화물로 섭취하는 열량의 분율을 구한 후 4분위수를 구하여 네 개의 집단으로 구별하였다. 각 집단에서의 운동형태 및 횟수에 따른 대사증후군 유병률, 대사증후군의 각 요소(혈청 지질, 당노, 혈압, 허리둘레)의 변화는 성별, 연령, 비만도, 흡연 및 음주 여부, 사회경제학적 변수, 총열량을 고려하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 총열량 대비 섭취 탄수

화물 분율이 75퍼센타일 이상인 집단에서 운동 형태 및 횟수에 따른 대사 증후군 각 요소(혈압, 콜레스테롤, 허리둘레, 공복혈당)에 미치는 영향을 살펴 보기 위하여 로지스틱 회귀분석을 이용하여 각 범주에서의 교차비를 구하였다.

III. 결과

1. 일반적 특성

본 연구에서는 만 19세 이상의 총 5,422명을 대상으로 하였는데 남성이 2,302명, 여성이 3,120명이었다. 남녀 평균 연령은 46.9 ± 14.9 세, 46.8 ± 15.9 세로 유의한 차이가 없었지만($P=0.7182$) 그 외 체질량지수(BMI), 허리둘레, 중성지방, 고밀도지질단백(HDL), 저밀도지질단백(LDL), 공복 혈당 및 사회경제학적 특성 및 흡연, 음주 여부에서 남녀 간의 유의한 차이가 있었다($P<0.05$, Table 1).

Table 1. General characteristics of the study population, The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES III), 2005, Korea Centers for Disease Control and Prevention

Variables		Men(n=2,302)	Women(n=3,120)	Total(n=5,422)
Age(year)		46.9±14.9	46.8±15.9	46.8±15.5
Body mass index(kg/m ²)*		24.0±3.1	23.5±3.4	23.7±3.3
Waist circumference(cm)*		84.2±8.8	78.4±9.6	80.9±9.7
Systolic pressure*		122.5±16.0	116.4±18.7	119.0±17.9
Diastolic pressure*		80.5±10.5	74.7±10.4	77.2±10.8
Total cholesterol		185.0±34.8	184.7±35.4	184.8±35.2
Triglyceride*		159.3±130.9	114.4±78.8	133.4±106.5
High density lipoprotein(HDL)*		42.3±10.1	47.0±10.7	45.1±10.8
Low density lipoprotein(LDL)*		113.1±30.2	112.8±30.0	114.3±30.2
Glucose(fasting)*		97.5±23.5	93.0±19.4	94.9±21.4
Marital status*	Unmarried	372(16.2)	390(12.5)	762(14.1)
	Married	1,789(77.9)	2,132(68.4)	3,921(72.4)
	Others	135(5.9)	595(19.1)	730(13.5)
Education level(years)*	<7	361(15.7)	943(30.2)	1,304(24.1)
	7-9	281(12.2)	369(11.8)	650(12.0)
	10-12	786(34.2)	1,021(32.7)	1,807(33.3)
	>12	873(37.9)	787(25.2)	1,660(30.6)
Income(ten thousand won/month)*	<100	396(17.4)	640(20.7)	1,036(19.3)
	100-200	607(26.6)	768(24.8)	1,375(25.6)
	200-300	534(23.4)	710(22.9)	1,244(23.2)
	>300	742(32.6)	977(31.6)	1,719(31.2)
Alcohol(g/day)*	None	334(15.1)	994(32.6)	1,328(25.2)
	<30	336(15.2)	1,187(38.9)	1,523(28.9)
	30-70	665(30.1)	695(22.8)	1,360(25.8)
	>70	876(39.6)	177(5.8)	1,053(20.0)
Smoking*	None	453(20.5)	2,830(92.7)	3,283(62.4)
	Ex-smoker	731(33.1)	90(3.0)	821(15.6)
	current smoker	1,028(46.5)	133(4.4)	1,161(22.1)

* $P < 0.05$ from t-test or chi-square test

본 연구 대상자의 기본적인 특성 중 24시간 회상법에 의한 섭취 영양소의 총열량, 탄수화물, 단백질, 지방의 각각의 섭취분율 그리고 운동 형태 즉, 고강도 신체활동, 중등도 신체활동, 걷기운동, 저항성운동, 유연성운동의 횟수를 성별에 따라 구분해 보았다(Table 2). 총열량을 비롯해 대부분에서 남녀 간의 큰 차이를 보이고 있었으나($P < 0.05$) 단백질 섭취 분율은 남녀 간의 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($P = 0.1249$).

Table 2. Diet and exercise characteristics of the study population, The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES III), 2005, Korea Centers for Disease Control and Prevention

Variables		Men(n=2,302)	Women(n=3,120)	Total(n=5,422)
Total calories(kcal)*		2355.3±912.7	1804.2±690.9	2035.4±836.9
Carbohydrate(%)*		61.5±13.4	66.1±11.4	64.1±12.5
Fat(%)*		18.0±8.6	17.4±8.8	17.6±8.7
Protein(%)		15.1±4.2	15.0±5.3	15.1±4.9
Vigorous intensity physical activity*	None	1,335(60.4)	2,395(78.5)	3,730(70.7)
	intermittent	519(23.5)	374(12.3)	893(17.0)
	frequent†	357(16.2)	284(9.3)	641(12.2)
Moderate intensity physical activity*	None	1,092(49.4)	1,775(58.1)	2,867(54.5)
	intermittent	691(31.2)	721(23.6)	1,412(26.8)
	frequent‡	429(19.4)	557(18.2)	986(18.7)
Walking*	None	80(3.6)	95(3.1)	175(3.3)
	intermittent	732(33.1)	1,122(36.8)	1,854(35.2)
	frequent‡	1,400(63.3)	1,836(60.1)	3,236(61.5)
Resistance exercise*	None	1,521(68.8)	2,636(86.3)	4,157(79.0)
	intermittent	257(11.6)	191(6.3)	448(8.5)
	frequent‡	434(19.6)	226(7.4)	660(12.5)
Flexibility exercise*	None	1,527(69.0)	1,989(65.2)	3,516(66.8)
	intermittent	236(10.7)	393(12.9)	629(12.0)
	frequent‡	449(20.3)	671(22.0)	1,120(21.3)

* $P < 0.05$ from t-test or chi-square test

† More than 20min per session & more than 3 times per week

‡ More than 30min per session & more than 5 times per week

‡ More than 3 times during the last 7days

2. 대사증후군 유무에 따른 기본적인 특성

본 연구에서 대상자 총 5,422명 중 고혈압약, 고지질혈증 약물, 경구 혈당강하제 및 인슐린을 복용하고 있는 환자를 제외한 4,491명을 대상으로 대사증후군을 분류하였을 때 modified ATP III guideline에 따른 대사증후군은 949명으로 유병률은 19.4%이었다. 남성에서는 23.8%, 여성에서는 19.2%에서 대사증후군으로 분류되었다. 2005년 추계인구를 표준으로 하여 연령보정(age-adjusted) 유병률을 구해본 결과는 19.4%이었다. 남성에서는 21.9%, 여성에서는 16.8%로 통계학적으로 유의하게 남성에서 높게 나타났다($P=0.0002$).

대사증후군이 있는 집단과 없는 집단 사이에서는 연령, 체질량지수(BMI) 및 결혼 유무, 수입 정도, 교육수준 등의 사회경제학적 특성, 흡연, 음주 여부, 수축기혈압, 이완기혈압, 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지질단백(HDL), 저밀도지질단백(LDL), 공복혈당에 있어 유의한 차이를 보이고 있었다(Table 3).

Table 3. Comparison of general characteristics between Koreans with and without metabolic syndrome(n=4,491)

Variables		with MS* (n=949)	without MS* (n=3,542)	P-value
Age(year)		51.0±13.8	42.1±14.2	<.0001
Body mass index(kg/m ²)		26.1±3.0	22.8±2.9	<.0001
Waist circumference(cm)		88.9±7.3	77.6±8.5	<.0001
Systolic pressure(mmHg)		128.3±17.3	112.9±14.3	<.0001
Diastolic pressure(mmHg)		84.1±10.8	74.2±9.6	<.0001
Total cholesterol		195.3±36.2	179.8±33.2	<.0001
Triglyceride		216.0±155.2	102.7±58.9	<.0001
High density lipoprotein(HDL)		38.7±7.3	47.6±10.9	<.0001
Low density lipoprotein(LDL)		118.3±32.2	112.0±29.0	<.0001
Glucose(fasting)		102.9±26.4	89.1±11.7	<.0001
sex	Men	454(23.8)	1,456(76.2)	.0002
	Women	495(19.2)	2,086(80.8)	
Marital status	Unmarried	45(6.5)	693(93.5)	<.0001
	Married	752(23.0)	2,515(77.0)	
	Others	147(31.0)	327(69.0)	
Education level(years)	<7	290(34.3)	556(65.7)	<.0001
	7-9	156(32.0)	332(68.0)	
	10-12	290(18.1)	1,312(81.9)	
	>12	213(13.7)	1,341(86.3)	
Income(ten thousand won/month)	<100	211(22.5)	505(70.5)	<.0001
	100-200	248(22.2)	868(77.8)	
	200-300	201(18.4)	892(81.6)	
	>300	280(18.4)	1,245(81.6)	
Alcohol(g/day)	None	242(24.9)	730(75.1)	<.0001
	<30	231(18.2)	1,042(81.9)	
	30-70	203(17.0)	990(83.0)	
	>70	248(26.9)	673(73.1)	
Smoking	None	512(18.7)	2,226(81.3)	<.0001
	Ex-smoker	172(27.4)	456(72.6)	
	current smoker	240(24.1)	754(75.9)	

* Metabolic syndrome

대사증후군 유무에 따른 24시간 동안 섭취한 총열량 및 단백질, 탄수화물, 지방 섭취 분율, 그리고 여러 가지 운동형태 및 횟수의 차이를 비교하였다(Table 4). 24시간 섭취 총열량은 대사증후군이 없는 집단에서 2070kcal, 대사증후군 집단에서 2065kcal로 두 집단 사이에 유의한 차이는 없었지만($P=0.8931$) 대사증후군이 있는 집단에서 없는 집단에 비해 유의하게 탄수화물 섭취 분율이 높았고($P=0.0014$) 지방 섭취 분율은 낮았으며($P<0.0001$) 단백질 섭취 분율은 높게 나타났다($P=0.0003$). 운동의 형태 및 횟수에 따른 대사증후군 빈도 차이를 분석해 보면(Table 4) 고강도 신체활동, 걷기운동 실천 여부에 따라 대사증후군 유무에 유의한 차이가 관찰되지 않았지만($P=0.4339$, $P=0.7451$), 중등도 신체활동, 근력운동, 유연성운동의 경우에는 대사증후군 유무에 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되었다($P=.0007$, $P=0.0302$, $P<0.0001$).

Table 4. Comparison of diet & exercise characteristics between Koreans with and without metabolic syndrome(n=4,491)

Variables		with MS] (n=949)	without MS] (n=3,542)	P-value
Total calories(kcal)		2070.1±905.3	2065.3±836.9	.8931
Carbohydrate(%)		67.2±11.1	64.9±11.2	.0014
Fat(%)		17.4±8.9	19.3±9.2	<.0001
Protein(%)		15.4±4.4	15.8±4.6	.0003
Vigorous intensity physical activity	None	658(21.7)	2,374(78.3)	.4339
	intermittent	159(19.9)	641(80.1)	
	frequent*	106(20.1)	421(79.9)	
Moderate intensity physical activity	None	541(23.4)	1,772(76.6)	.0007
	intermittent	232(19.0)	988(81.0)	
	frequent†	210(18.3)	985(81.7)	
Walking	None	27(21.3)	100(78.7)	.7451
	intermittent	318(20.6)	1229(79.4)	
	frequent†	579(21.6)	2107(78.4)	
Resistance exercise	None	747(22.0)	2,643(78.0)	.0302
	intermittent	71(17.2)	343(82.9)	
	frequent‡	106(19.1)	450(80.9)	
Flexibility exercise	None	668(23.6)	2,168(76.5)	<.0001
	intermittent	81(14.2)	489(85.8)	
	frequent‡	175(18.3)	779(81.7)	

* More than 20min per session & more than 3 times per week

† More than 30min per session & more than 5 times per week

‡ More than 3 times during the last 7days

] Metabolic syndrome

3. 각종 혼란변수에 따른 대사증후군 유병률

각종 혼란변수 중에서 연속변수인 연령, 체질량지수(BMI), 총열량대비 탄수화물, 지방, 단백질 각각의 섭취 분율을 범주화하고 결혼여부, 교육수준, 가계수입 등의 사회경제학적 요소, 음주, 흡연 등의 건강행위 실천여부를 모두 고려하여 로지스틱 회귀분석을 통해 각각의 변수에 대해 기준 범주에 대한 교차비를 구하였다(Table 5). 우선 연령은 19세 이상 30세미만, 30대, 40대, 50대, 60대, 70대 이상으로 구별하였고 체질량지수는 18.5kg/m²미만의 저체중, 23kg/m²미만의 정상, 23kg/m²이상 25kg/m²미만의 과체중, 25kg/m²이상의 비만으로 구분하였다.

연령에 따른 대사증후군 유병률의 차이는 30세 미만을 기준으로 하였을 때 연령이 증가하면서 대사증후군의 교차비가 통계학적으로 유의하게 증가되었다. 즉 30세 미만에 비해 30대, 40대, 50대, 60대, 70대 이상의 교차비는 2.3, 3.1, 4.6, 5.1, 9.8로 연령이 증가함에 따라 비례적으로 증가하는 양상이었다(Table 5). 남성과 여성을 별도로 하여 분석하면 남성은 50대 이후에 정점지속(plateau)의 형태로 나오는 반면 여성의 경우에는 연령이 증가하면서 대사증후군 교차비가 지속적으로 증가하는 양상이었다.

비만과 대사증후군 유병률의 관계는 체질량지수가 정상인 집단에 대한 과체중 집단에서의 교차비는 4.0(95% CI: 3.0-5.3), 비만 집단에서의 교차비는 14.9(95% CI: 11.5-19.3)로 통계학적으로 유의하게 높았는데($P<0.0001$, $P<0.0001$) 이러한 경향은 남성보다는 여성에서 보다 뚜렷하게 나타났다. 저체중 집단의 경우 정상체중 집단에 비하여 대사증후군 유병률 교차비는 0.4(95% CI: 0.1-1.0)로 낮은 경향이었으나 통계학적으로 유의하지는 않았다($P=0.0607$).

사회경제학적 요인 중에서 결혼유무는 전체적으로는 대사증후군 유병률

과 큰 상관관계를 보이지 않았지만 여성의 경우에는 결혼한 경우 미혼에 비해 유의하게 대사증후군 유병률이 높게 나타났다($P=0.0113$). 그 외에 사회경제학적 요인 중 교육정도 및 가계수입정도에 따른 대사증후군 유병률은 뚜렷한 상관관계를 보이는 소견은 관찰되지 않았다.

건강행위 실천여부에 관해서는 현재 흡연자인 경우 비흡연자에 비해 대사증후군 유병률 교차비는 1.4(95% CI: 1.0-1.8)로 나타나 통계학적으로 유의하게 높았고($P=0.0302$) 하루 섭취 알코올 용량이 70g 이상으로 많은 경우 음주를 전혀 하지 않는 집단에 비해 대사증후군 유병률 교차비가 1.4(95% CI: 1.0-1.9)로 유의하게 높게 나타났다($P=0.0487$). 하지만 흡연과 음주에 대해 남녀로 구별하여 분석하였을 때는 남성에서 비슷한 경향을 보이는 하였지만 통계학적으로 유의하지는 않았다.

Table 5. Adjusted odds ratios(OR) for metabolic syndrome and the associated factors as independent variables among Koreans(n=5,422)

Variables	Categories	MS(%)	Adjusted OR(95% CI)		
			Total	Men	Women
Age(years)	<30	4.7	1	1	1
	30-40	14.7	2.3(1.4-3.8)*	2.4(1.3-4.7)*	1.9(0.8-4.1)
	40-50	22.4	3.1(1.8-5.2)*	3.9(2.0-7.8)*	2.2(1.0-5.0)
	50-60	32.3	4.6(2.6-8.0)*	5.6(2.7-11.8)*	3.6(1.5-8.5)*
	60-70	33.0	5.1(2.8-9.4)*	4.2(1.8-9.7)*	6.3(2.5-15.9)*
	≥70	39.3	9.8(4.9-19.4)*	4.2(1.6-11.4)*	19.2(6.8-53.8)*
BMI	<18.5	2.5	0.4(0.1-1.0)	0.2(0.0-1.6)	0.5(0.1-1.8)
	18.5-22.9	5.8	1	1	1
	23.0-24.9	20.6	4.0(3.0-5.3)*	3.1(2.1-4.8)*	4.6(3.2-6.8)*
	≥25.0	46.3	14.9(11.5-19.3)*	13.5(9.1-19.9)*	15.0(10.5-21.6)*
Marital status	Unmarried	6.5	1	1	1
	Married	23.0	1.4(0.9-2.2)	1.0(0.6-1.7)	3.8(1.4-10.8)*
	Others	31.0	1.4(0.8-2.4)	0.9(0.4-1.9)	2.9(1.0-8.5)
Education level(years)	<7	34.3	1	1	1
	7-9	32.0	1.1(0.8-1.6)	0.9(0.5-1.6)	1.6(1.0-2.4)*
	10-12	18.1	0.8(0.6-1.1)	0.9(0.5-1.4)	0.9(0.6-1.4)
	>12	13.7	0.8(0.6-1.2)	1.0(0.6-1.7)	0.7(0.4-1.2)
Income(ten thousand won/month)	<100	29.5	1	1	1
	100-200	22.2	1.1(0.8-1.4)	0.7(0.5-1.2)	1.4(1.0-2.2)
	200-300	18.4	1.0(0.7-1.3)	0.9(0.5-1.4)	1.0(0.6-1.6)
	>300	18.4	1.0(0.7-1.3)	0.9(0.6-1.5)	1.0(0.6-1.5)
Alcohol (g/day)	None	24.9	1	1	1
	<30	18.2	0.8(0.6-1.1)	0.9(0.5-1.4)	0.9(0.6-1.2)
	30-70	17.0	0.8(0.6-1.1)	0.9(0.5-1.4)	0.8(0.6-1.2)
	>70	26.9	1.4(1.0-1.8)*	1.4(0.9-2.1)	1.3(0.7-2.3)
Smoking	None	18.7	1	1	1
	Ex-smoker	27.4	1.0(0.7-1.4)	1.1(0.7-1.6)	1.1(0.5-2.4)
	current	24.1	1.4(1.0-1.9)*	1.4(1.0-2.1)	1.2(0.7-2.3)

continue...

continued...

Variables	Categories (percentile)	MS(%)	Adjusted OR(95% CI)		
			Total	Men	Women
Carbohydrate	<25	17.2	1	1	1
	25-50	18.7	1.3(0.9-1.9)	1.6(0.9-2.6)	1.0(0.6-1.8)
	50-75	21.8	1.4(0.8-2.3)	2.1(1.0-4.3)*	0.9(0.4-1.9)
	≥75	26.9	1.5(0.8-3.0)	2.6(1.0-7.2)	0.8(0.3-2.1)
Fat	<25	27.2	1	1	1
	25-50	21.9	1.1(0.8-1.6)	1.1(0.7-1.9)	1.1(0.7-1.7)
	50-75	17.9	1.0(0.6-1.6)	1.3(0.6-2.5)	0.8(0.4-1.5)
	≥75	17.6	1.4(0.8-2.5)	2.4(1.0-5.6)*	0.7(0.3-1.7)
Protein	<25	23.3	1	1	1
	25-50	21.1	0.8(0.6-1.1)	0.9(0.6-1.4)	0.7(0.5-1.1)
	50-75	19.5	0.9(0.6-1.2)	1.0(0.6-1.6)	0.7(0.4-1.0)
	≥75	19.8	0.9(0.6-1.3)	1.0(0.6-1.7)	0.7(0.4-1.3)

* *P*-value<0.05 by logistic regression adjusted by age, sex, BMI, marital status, education level, income, alcohol, smoking and groups by the proportion of carbohydrate, fat, protein

† more than 20min per session & more than 3 times per week

‡ more than 30min per session & more than 5 times per week

┌ more than 3 times during the last 7days

성별, 연령, 체질량지수, 건강행위 실천여부, 사회경제학적 요인, 영양섭취 등의 다양한 혼란변수를 고려하여 각각의 운동형태(고강도 신체활동, 중등도 신체활동, 걷기운동, 저항성운동, 유연성운동) 실천 정도에 따른 대사증후군 유병률 차이를 살펴보았다(Table 6). 운동의 형태에 따른 대사증후군 유병률 차이는 중등도 신체활동의 경우 가장 뚜렷한 효과가 있었는데, 중등도 신체활동을 1회 30분 이상, 주 5회 이상 시행한 집단의 경우 전혀 하지 않는 집단에 비해 대사증후군 유병률 교차비는 0.7(95% CI: 0.5-0.9)로 유의하게 낮게 나타났다($P=0.0039$). 남녀로 구별하여 살펴보면 남성에서의 교차비는 0.5(95% CI: 0.3-0.7)로 뚜렷한 효과를 보인 반면 ($P=0.0003$) 여성의 경우에는 유의한 차이를 보이지 못했다($P=0.9186$). 근력운동의 경우 주 3회 이상 시행한 집단은 전혀 하지 않은 집단에 비해 대사증후군 유병률 교차비는 남녀 포함해서 0.8(95% CI: 0.6-1.0), 남성에서는 0.7(95% CI: 0.5-1.0)로 낮게 나타났으나 통계학적으로 유의하지는 않았다 ($P=0.0927$, $P=0.0582$). 그 외에 고강도 신체활동, 걷기운동, 유연성운동은 실천 유무에 따른 대사증후군 유병률 차이는 관찰되지 않았다(Table 6).

Table 6. Exercise type and frequency and Adjusted odds ratios(OR) for metabolic syndrome among Koreans(n=5,422)

Variables	Categories	MS(%)??	Adjusted OR(95% CI)		
			Total	Men	Women
Vigorous intensity physical activity	None	21.7	1	1	1
	intermittent	19.9	1.1(0.8-1.4)	1.2(0.9-1.6)	0.8(0.5-1.2)
	frequent†	20.1	0.9(0.7-1.2)	0.9(0.6-1.3)	1.0(0.6-1.5)
Moderate intensity physical activity	None	23.4	1	1	1
	intermittent	19.0	0.9(0.7-1.1)	0.8(0.6-1.1)	0.9(0.7-1.3)
	frequent‡	18.3	0.7(0.5-0.9)*	0.5(0.3-0.7)*	1.0(0.7-1.4)
Walking	None	21.3	1	1	1
	intermittent	20.6	1.4(0.8-2.5)	2.1(0.9-5.0)	0.9(0.4-1.9)
	frequent‡	21.6	1.3(0.7-2.2)	1.8(0.8-4.3)	0.9(0.4-1.8)
Resistance exercise	None	22.0	1	1	1
	intermittent	17.2	1.0(0.7-1.4)	1.0(0.7-1.5)	1.1(0.6-1.9)
	frequent‡	19.1	0.8(0.6-1.0)	0.7(0.5-1.0)	0.9(0.5-1.5)
Flexibility exercise	None	23.6	1	1	1
	intermittent	14.2	0.8(0.6-1.1)	1.0(0.6-1.4)	0.7(0.5-1.1)
	frequent‡	18.3	0.9(0.7-1.1)	0.8(0.6-1.1)	1.1(0.8-1.5)

* P -value<0.05 by logistic regression adjusted by age, sex, BMI, marital status, education level, income, alcohol, smoking and groups by the proportion of carbohydrate, fat, protein

† more than 20min per session & more than 3 times per week

‡ more than 30min per session & more than 5 times per week

‡ more than 3 times during the last 7days

?? Metabolic syndrome prevalence

4. 탄수화물 섭취 분율에 따른 네 집단에서의 운동과 대사증후군 유병률

탄수화물, 지방, 단백질의 열량의 총합 대비 탄수화물 열량의 분율을 각각 계산한 다음 그 분율에 따른 사분위수를 기준으로 네 집단으로 구분하였고 이후 네 집단에서 각각의 운동형태 실천여부에 따른 대사증후군 유병률을 살펴보았다(Table 7, Table 8, Table 9). 각 집단별로 여러 혼란변수(연령, 성별, 체질량지수, 음주, 흡연, 지방분율, 단백질분율)를 통제하고 대사증후군 유병률에 대한 로지스틱 회귀분석을 시행하여 각 범주별 교차비를 구한 결과이다. 남녀 구분 없이 전체적으로 보았을 때(Table 7) 고강도 신체활동, 중등도 신체활동, 걷기운동, 근력운동, 유연성운동 중에서 탄수화물 섭취와 관계없이 대체적으로 좋은 효과를 보인 운동은 중등도 신체활동이었다. 즉 탄수화물 섭취 분율 사분위수에 따른 각각의 집단에서 교차비가 0.7(95% CI: 0.4-1.3), 0.6(95% CI: 0.4-1.0), 0.8(95% CI: 0.5-1.3), 0.6(95% CI: 0.4-1.0)으로 비교적 일정하게 운동의 효과가 나타나는 경향이었지만 통계학적으로 유의하지는 않았다.

반면, 저항성운동의 경우 탄수화물 섭취 분율이 높은 집단의 경우 대사증후군 유병률이 뚜렷하게 낮아지는 경향을 보였다. 즉 총열량 대비 탄수화물 분율이 75퍼센타일 이상인 집단인 경우 저항성운동을 주 3회 이상 시행한 집단이 전혀 하지 않은 집단에 대한 대사증후군 유병률 교차비가 0.4(95% CI: 0.2-0.8)로 통계학적으로 유의하게 낮게 나타났지만($P=0.0122$) 탄수화물 섭취 분율이 낮았던 다른 집단의 경우에는 근력운동 집단에서 대사증후군 유병률이 낮은 경향은 관찰되지 않았다. 그 외의 운동형태, 고강도 신체활동, 걷기운동, 유연성운동은 대사증후군 유병률에 유의한 차이를 나타내지는 못했다.

Table 7. Metabolic syndrome prevalence by exercise type & frequency in the 4 groups according to carbohydrate proportion to total calories in Koreans(n=4,434)

Exercise Type	Frequency	Groups by the Carbohydrate proportion(%median)			
		Q1(53.1)	Q2(63.5)	Q3(70.5)	Q4(78.5)
Vigorous intensity physical activity	None	1	1	1	1
	intermittent	1.0(0.6-1.7)	1.4(0.9-2.3)	1.2(0.8-2.0)	0.9(0.5-1.6)
	frequent†	1.0(0.5-1.7)	1.2(0.7-2.1)	1.0(0.5-1.7)	0.8(0.4-1.4)
Moderate intensity physical activity	None	1	1	1	1
	intermittent	1.1(0.7-1.7)	1.0(0.6-1.6)	1.0(0.6-1.5)	0.8(0.5-1.3)
	frequent‡	0.7(0.4-1.3)	0.6(0.4-1.0)	0.8(0.5-1.3)	0.6(0.4-1.0)
Walking	None	1	1	1	1
	intermittent	0.7(0.2-2.4)	1.4(0.5-4.1)	1.8(0.5-6.9)	1.8(0.7-4.6)
	frequent‡	0.7(0.2-2.3)	1.4(0.5-4.0)	1.6(0.4-5.9)	1.4(0.5-3.5)
Resistance exercise	None	1	1	1	1
	intermittent	1.1(0.6-2.1)	1.4(0.8-2.6)	0.5(0.2-1.1)	2.0(0.9-4.5)
	frequent‡	1.7(1.0-2.8)	0.7(0.4-1.3)	0.6(0.3-1.1)	0.4(0.2-0.8)*
Flexibility exercise	None	1	1	1	1
	intermittent	0.8(0.4-1.5)	0.8(0.5-1.5)	0.7(0.4-1.3)	1.0(0.5-2.1)
	frequent‡	1.2(0.7-1.9)	0.9(0.5-1.4)	0.8(0.5-1.3)	0.8(0.5-1.4)

Median(25%-75%) of carbohydrate proportion in each quartile groups

Q1: 53.1(47.7-56.8), Q2: 63.5(61.6-65.2), Q3: 70.5(68.8-72.2), Q4: 78.5(76.0-81.9)

* *P*-value<0.05 by logistic regression adjusted by age, sex, BMI, marital status, education level, income, alcohol, smoking, groups by the proportion of carbohydrate, fat, protein

† more than 20min per session & more than 3 times per week

‡ more than 30min per session & more than 5 times per week

‡ more than 3 times during the last 7days

남녀별로 탄수화물 섭취량에 있어 차이가 있는 만큼 남녀로 구분하여 각각의 운동의 형태가 대사증후군 유병률에 미치는 영향을 살펴보았다 (Table 8, Table 9). 남성의 경우에는는 전체적인 경향과 대체적으로 비슷하였다(Table 8). 즉 여러 가지 운동 형태 중에서 중등도 신체활동과 근력운동의 효과가 뚜렷하게 나타나는 경향이었는데 중등도 신체활동의 경우 탄수화물 섭취 분율에 따른 대사증후군 유병률 교차비가 0.4(95% CI: 0.2-1.1), 0.5(95% CI: 0.2-1.2), 0.4(95% CI: 0.2-0.9), 0.5(95% CI: 0.2-1.1)로서 탄수화물 섭취 분율과 상관없이 비교적 일정한 양상을 보였고, 근력운동의 경우에는 탄수화물 섭취 분율이 25퍼센타일 이하인 집단에서는 근력운동을 주 3회 이상 시행한 집단이 전혀 하지 않은 집단에 대한 교차비가 1.3(95% CI: 0.7-2.6)이었던 반면 탄수화물 섭취 분율이 75퍼센타일 이상인 집단에서는 근력운동을 자주 한 집단이 전혀 하지 않은 집단에 대한 교차비가 0.3(95% CI: 0.1-0.8)으로 유의하게 낮게 나타났다($P=0.0185$).

Table 8. Metabolic syndrome prevalence by exercise type & frequency in the 4 groups according to carbohydrate proportion to total calories in men(n=1,860)

Exercise Type	Frequency	Carbohydrate proportion to total energy(%median)			
		Q1(51.8)	Q2(62.1)	Q3(69.2)	Q4(77.5)
Vigorous intensity physical activity	None	1	1	1	1
	intermittent	1.0(0.5-1.9)	1.6(0.8-3.2)	1.4(0.7-2.6)	1.2(0.6-2.5)
	frequent†	1.0(0.4-2.2)	1.3(0.6-2.8)	0.9(0.4-1.8)	0.8(0.4-1.9)
Moderate intensity physical activity	None	1	1	1	1
	intermittent	0.7(0.4-1.3)	0.9(0.5-1.8)	0.9(0.5-1.7)	1.0(0.5-2.1)
	frequent‡	0.4(0.2-1.1)	0.5(0.2-1.2)	0.4(0.2-0.9)*	0.5(0.2-1.1)
Walking	None	1	1	1	1
	intermittent	0.6(0.1-4.7)	3.0(0.5-18.6)	3.2(0.3-31.6)	2.9(0.7-12.1)
	frequent‡	0.5(0.1-3.6)	4.7(0.8-28.3)	2.5(0.3-23.5)	1.7(0.4-6.8)
Resistance exercise	None	1	1	1	1
	intermittent	0.8(0.3-1.9)	1.2(0.5-2.8)	0.6(0.3-1.5)	1.4(0.5-4.1)
	frequent‡	1.3(0.7-2.6)	0.7(0.3-1.4)	0.7(0.4-1.5)	0.3(0.1-0.8)*
Flexibility exercise	None	1	1	1	1
	intermittent	0.8(0.3-1.8)	0.6(0.2-1.4)	1.3(0.6-3.2)	1.6(0.5-4.6)
	frequent‡	0.8(0.4-1.6)	0.9(0.5-1.8)	0.9(0.4-1.9)	0.9(0.4-2.1)

Median(25%-75%) of carbohydrate proportion in each quartile groups

Q1: 51.8(45.5-55.0), Q2: 62.1(60.2-63.9), Q3: 69.2(67.6-71.0), Q4: 77.5(74.7-80.9)

* P -value<0.05 by logistic regression adjusted by age, sex, BMI, marital status, education level, income, alcohol, smoking, groups by the proportion of carbohydrate, fat, protein

† more than 20min per session & more than 3 times per week

‡ more than 30min per session & more than 5 times per week

‡ more than 3 times during the last 7days

여성의 경우에는 이러한 효과가 통계학적으로 유의하게 나타나지는 않았다(Table 9). 하지만 중등도 신체활동의 경우 탄수화물 섭취 분율과 무관하게 대체적으로 일정한 효과를 나타냈고 근력운동은 탄수화물 섭취가 많아지면서 대사증후군 유병률이 낮아지는 양상은 비슷하게 나타났다.

Table 9. Metabolic syndrome prevalence by exercise type & frequency in the 4 groups according to carbohydrate proportion to total calories in women(n=2,574)

Exercise Type	Frequency	Carbohydrate proportion to total energy(%median)			
		Q1(54.5)	Q2(64.4)	Q3(71.6)	Q4(79.3)
Vigorous intensity physical activity	None	1	1	1	1
	intermittent	0.6(0.2-1.6)	1.1(0.5-2.8)	0.9(0.4-2.0)	0.9(0.4-2.1)
	frequent†	0.7(0.3-1.9)	0.8(0.3-2.0)	1.0(0.4-2.5)	1.1(0.4-2.5)
Moderate intensity physical activity	None	1	1	1	1
	intermittent	1.5(0.8-3.0)	0.6(0.3-1.3)	1.2(0.6-2.3)	0.6(0.3-1.2)
	frequent‡	1.3(0.5-3.0)	0.7(0.3-1.5)	1.1(0.6-2.2)	0.8(0.4-1.5)
Walking	None	1	1	1	1
	intermittent	1.2(0.2-8.1)	0.8(0.2-3.5)	1.2(0.3-5.7)	0.8(0.2-3.2)
	frequent‡	1.0(0.1-7.0)	0.8(0.2-3.3)	0.9(0.2-4.1)	1.0(0.3-3.8)
Resistance exercise	None	1	1	1	1
	intermittent	2.2(0.7-6.8)	1.1(0.4-3.3)	0.8(0.2-2.6)	1.9(0.5-7.0)
	frequent‡	3.8(1.5-9.9)*	0.8(0.3-2.4)	0.4(0.1-1.2)	0.3(0.1-1.4)
Flexibility exercise	None	1	1	1	1
	intermittent	1.0(0.3-2.9)	0.5(0.2-1.4)	0.6(0.2-1.4)	0.9(0.3-2.6)
	frequent‡	1.9(0.9-3.7)	0.8(0.4-1.6)	0.6(0.3-1.2)	1.3(0.7-2.6)

Median(25%-75%) of carbohydrate proportion in each quartile groups

Q1: 54.5(49.2-58.0), Q2: 64.4(62.6-66.2), Q3: 71.6(69.8-73.1), Q4: 79.3(76.7-82.8)

* *P*-value<0.05 by logistic regression adjusted by age, sex, BMI, marital status, education level, income, alcohol, smoking, groups by the proportion of carbohydrate, fat, protein

† more than 20min per session & more than 3 times per week

‡ more than 30min per session & more than 5 times per week

‡ more than 3 times during the last 7days

5. 탄수화물 섭취 분율이 75퍼센타일(percentile) 이상인 집단에서의 운동 효과

탄수화물 섭취 분율이 높은 집단의 경우 근력운동의 효과가 유의하게 나타났는데 대사증후군의 5가지 요소, 즉 중성지방 상승, 고밀도 콜레스테롤 감소, 혈압증가, 허리둘레 증가, 공복혈당 증가 중에서 어떠한 요소와 밀접한 관계가 있는지 알아보려고 하였다(Table 10). 근력운동을 주 3회 이상 시행한 집단은 전혀 하지 않은 집단에 비해 중성지방에 대한 교차비가 0.4(95% CI: 0.2-0.8), 혈압에 대한 교차비는 0.4(95% CI: 0.2-0.7)로서 유의하게 낮게 나타났다($P=0.0056$, $P=0.0039$). 이에 반해 중등도 신체활동의 경우 1회 30분 이상 그리고 주 5회 이상 시행한 집단은 전혀 하지 않은 집단에 비해 고밀도지질단백에 대한 교차비가 0.7(95% CI: 0.5-0.9) 허리둘레 교차비는 0.5(95% CI: 0.3-0.9)로 유의하게 낮았다($P=0.0150$, $P=0.0128$).

그 외에 고강도 신체활동을 자주 실천한 집단의 경우 전혀 하지 않은 집단에 비해 중성지방 감소효과가 있었고($P=0.0488$) 유연성운동의 경우에는 고밀도지질단백 유의한 상승이 관찰되었다($P=0.0311$). 걷기운동의 경우 대사증후군 각 요소와의 유의한 연관성을 관찰할 수 없었다.

Table 10. Metabolic syndrome components(TG, HDL, glucose, WC, BP) by exercise type & frequency in the high carbohydrate diet group that is more than 75percentile of carbohydrate proportion to total calories.

Exercise Type	Exercise Frequency	Metabolic syndrome components				
		TG	HDL	glucose	WC	BP
Vigorous intensity	None	1	1	1	1	1
	intermittent	1.1(0.7-1.7)	0.9(0.6-1.3)	0.8(0.5-1.3)	0.5(0.3-0.9)*	1.0(0.6-1.7)
	frequent†	0.6(0.4-1.0)*	0.9(0.6-1.3)	0.9(0.6-1.6)	0.9(0.5-1.6)	0.7(0.4-1.2)
Moderate intensity	None	1	1	1	1	1
	intermittent	1.1(0.8-1.6)	0.9(0.6-1.2)	1.1(0.7-1.6)	0.7(0.4-1.1)	0.8(0.5-1.3)
	frequent‡	0.7(0.5-1.1)	0.7(0.5-0.9)*	1.1(0.7-1.6)	0.5(0.3-0.9)*	0.9(0.6-1.3)
Walking	None	1	1	1	1	1
	intermittent	0.8(0.4-1.6)	1.4(0.6-2.9)	1.4(0.6-3.3)	0.8(0.3-2.3)	0.9(0.4-2.2)
	frequent‡	0.7(0.3-1.4)	1.0(0.5-2.2)	1.2(0.5-2.8)	0.8(0.3-2.2)	1.0(0.5-2.3)
Resistance exercise	None	1	1	1	1	1
	intermittent	2.3(1.2-4.4)*	1.0(0.6-2.0)	0.8(0.3-2.0)	0.5(0.2-1.4)	1.2(0.5-2.6)
	frequent‡	0.4(0.2-0.8)*	0.7(0.4-1.1)	1.5(0.9-2.5)	0.5((0.2-1.1)	0.4(0.2-0.7)*
Flexibility exercise	None	1	1	1	1	1
	intermittent	0.8(0.4-1.4)	0.8(0.5-1.3)	0.7(0.4-1.5)	0.3(0.1-0.8)*	1.0(0.5-1.9)
	frequent‡	0.8(0.6-1.3)	0.7(0.5-1.0)*	1.0(0.6-1.5)	1.1(0.6-1.9)	0.7(0.4-1.0)

* P -value<0.05 by logistic regression adjusted by age, sex, BMI, marital status, education level, income, alcohol, smoking, groups by the proportion of carbohydrate, fat, protein

† more than 20min per session & more than 3 times per week

‡ more than 30min per session & more than 5 times per week

‡ more than 3 times during the last 7days

IV. 고찰

본 연구에서는 대사증후군의 기준으로 Modified ATP III guideline을 사용하였고 다만 고혈압, 고지질혈증, 당뇨병으로 약물을 복용하는 사람은 제외시켜 분석하였다. 이는 단면적 연구에서 운동에 관한 연구의 큰 약점이라고 할 수 있는 인과관계가 바뀌게 되는 문제점(reverse causality), 즉 질병 때문에 운동을 시작하는 경우를 제외시키고 분석하고자 하였다. 따라서 본 연구결과 중 대사증후군 유병률의 절대적인 수치 자체는 큰 의미를 가질 수는 없고 다른 변수와 비교하여 경향을 파악하는 것을 목적으로 하였다.

이와 같은 대사증후군 기준에 의하면 19세 이상 한국 성인에서의 2005년 추계인구를 표준으로 하여 연령보정(age-adjusted) 대사증후군 유병률은 19.4%이었다(남성; 21.9%, 여성; 16.8%). 약물 복용 중인 사람을 포함하여 Modified ATP III guideline 기준에 의하면 연령보정(age-adjusted) 유병률은 26.0%이었다(남성 27.0%, 여성 25.0%). 이 결과는 1998년 국민건강영양조사 결과를 바탕으로 한 대사증후군 유병률(남성 14.2%, 여성 17.7%)에 비해 높게 나타났다(Park HS et al, 2004). 대표적인 이유로서 박 등의 연구는 20세 이상 성인을 대상으로 하였고 복부비만의 기준을 ATP III 세계적 기준, 즉 남성 102cm, 여성 88cm을 기준으로 삼았다는 점이 본 연구와의 큰 차이점이라 할 수 있겠다. 내원 환자를 대상으로 하긴 했지만 본 연구와 같은 허리둘레 기준(아시아/태평양 기준)을 사용하고 modified ATP III 기준을 적용한 우리나라 한 연구에서의 연령보정 대사증후군 유병률은 15.4%(남자 16.9%, 여자 14.2%)로 보고되었다(임 등, 2003). 이렇듯 연구방법의 차이 이외에도 세계적으로 대사증후군 유병률은 증가 추세를 보이고

있고, 특히 아시아 지역에서 두드러지게 증가 하는 것으로 알려져 있듯이 (Yamamoto A et al, 2003) 우리나라에서의 유병률도 증가하는 추세가 반영되어 있으리라 생각된다.

본 연구에서는 허리둘레의 기준으로 아시아/태평양 기준으로 남성의 경우 90cm, 여성의 경우 80cm를 사용하였지만 인종과 국가별로 다양한 기준을 가지고 있다. 우리나라의 경우 최근 여성의 허리둘레 기준으로 85cm가 타당하다는 연구가 많이 진행되었다(Lee S, 2005; Lee SY et al, 2007). 본 연구에서는 타 연구와의 비교성을 높이기 위해 아시아/태평양 기준을 사용하였는데, 최근 국내에서 흔히 사용하는 남성 90cm, 여성 85cm 기준으로 분석하게 되면 연령보정 대사증후군 유병률은 17.6%이었다(남성; 21.9%, 여성; 13.2%).

성별, 연령, 체질량지수 및 교육수준, 수입정도, 결혼 유무 등의 사회경제학적 특성 그리고 흡연, 음주, 운동 등의 건강행위 실천 여부 등을 모두 고려하여 로지스틱 회귀분석을 통해 대사증후군 유병률의 교차비를 구했을 때(Table 3.) 가장 뚜렷한 영향을 주는 변수는 연령과 체질량지수이었고 성별은 유의한 차이를 관찰할 수 없었다. 이전의 우리나라의 연구에서는 남녀를 구분하여 위험요인을 분석하였는데 각종 혼란변수의 범주화 기준이 본 연구와 조금은 달랐지만 대체적으로 비슷한 결과를 보여 현재 흡연자에서 대사증후군 유병률이 높았고 운동을 하는 집단에서 대사증후군 유병률이 낮게 나타났다(Park HS et al, 2004).

전체적으로 모든 변수들을 고려하였을 때 운동의 효과는 중등도 신체활동이 대사증후군에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 그렇지만 탄수화물 섭취 분율이 높은 집단에서 그리고 남녀로 구분하여 분석하였을 때는 남성에서 근력운동의 효과도 뚜렷하게 나타나는 양상이었다. 여성에서는 운동의 효과가 유의하게 관찰되지 않았는데 생각해 볼 수 있는 원인으로는 특히

탄수화물 섭취가 많은 집단만을 대상으로 한 경우 근력운동을 주 3회 이상 실천하는 대상 수가 너무 적게 되는 문제점이 있었다. 즉 탄수화물 섭취 비율이 75퍼센타일 이상인 여성 481명 중 28명이 주 3회 이상 근력운동을 하였고 그 중에서 3명이 대사증후군에 해당되었다는 것으로 통계학적 유의성을 판단하기에는 어려운 점이 있었다.

그리고 여성에서는 근력운동 뿐만이 아니라 중등도 신체활동을 비롯해 각종 운동에 대한 효과도 관찰되지 않은 것을 보면 남녀의 성별 차이에 의한 운동에 대한 태도 및 인과관계의 바뀜(reverse causation)등에 있어 차이가 있음을 유추해 볼 수 있겠고 추가적인 연구 및 고찰이 필요하리라 생각된다.

운동의 형태에는 유산소운동(aerobic exercise), 무산소운동(anaerobic exercise)이 있는데 복합적으로 작용하게 되지만 서로 다른 에너지 생성기전(energy-producing pathway)에 의해 열량을 소모하게 된다. 저항운동의 경우 탄수화물을 주로 사용하는 무산소 당분해기전(anaerobic glycolysis pathway)에 의하고 그에 반해 유산소운동은 지방 또는 지방과 탄수화물의 혼합에 의해 삼가카르복시산 회로(tricarboxylic acid cycle)를 통해 에너지를 생성하게 된다(Hansen K et al, 2005). 이론적으로 생각한다면 유산소운동이 지방산화와 연관이 더 많아서 열량소모나 지방 감소에 좀 더 유리하겠지만 무산소운동의 경우는 탄수화물 소모 및 인슐린 저항성과 보다 밀접한 관계가 있을 수 있겠다.

고강도 신체활동 및 걷기운동 유무에 따라 대사증후군 유병률의 차이는 관찰되지 않았다. 생리학적으로 운동의 강도나 형태(유산소, 무산소운동)에 따라서 에너지를 생성하는데 있어서의 재료(탄수화물 또는 지방)가 틀려지는데 고강도의 운동에서는 주로 탄수화물을 재료로 사용하게 되고 중간 이하의 강도의 운동에서는 지방을 주로 사용하게 된다(Hansen K et al,

2005). 즉 체내 지방 제거, 살을 빼기 위해서는 고강도 운동이 큰 도움이 되지 않을 수 있는 것이다. 본 연구에서 걷기운동은 대사증후군과는 어떠한 연관성도 관찰되지 않았는데 원인으로 생각해 볼 수 있는 것은 첫째, 설문지의 내용을 보면 실천여부에 일상생활 중의 걷기가 포함되는 문제점이 있다. 운동의 효과를 기대할 만한 걷기와 구별되지 않은 점이 결과로 이어지지 못했을 것이라 생각되고 둘째, 인과관계 바뀜(reverse causation)이 원인이 될 수 있겠다. 걷기운동의 경우 어떤 질병이 발견되어 운동을 추천하게 될 때 가장 흔히 추천하게 되는 운동이다. 그렇다면보니 어떤 문제가 있다고 본인 또는 타인이 인지하였을 때 걷기운동을 시작하는 사람이 많았을 것으로 추측된다.

탄수화물 섭취가 많은 집단에서 각각의 운동 형태에 따라 대사증후군의 5가지 요소 중 어느 부분과 관련성이 높은지 분석해 보았는데(Table 10) 중등도 신체활동은 고밀도지질단백(HDL)의 상승, 허리둘레 감소 효과가 유의하게 나타났고 근력운동은 중성지방 감소, 혈압 감소가 유의하게 나타났다. 기존의 연구에서 신체활동 감소로 인해 체지방, 인슐린 저항성, 혈압, 중성지방, 고밀도지질단백(HDL), 혈당 등에 악영향을 끼친다고 알려져 있다(Bianchi C et al, 2008). 그리고 식이요법 중인 사람에서 운동을 추가함으로써 수축기혈압 감소가 두드러지게 나타났다는 기존의 연구 결과와도 대체적으로 일치되는 결과이다(Christ M et al, 2004).

운동을 제외한 건강행위 실천 여부에 따른 대사증후군의 유병률은 음주량이 많을 때(70g 이상)와 현재 흡연하고 있는 경우 대사증후군이 높게 나타났다는데 이는 1998년 국민건강영양조사 결과를 바탕으로 분석한 이전의 국내 연구 결과와 비슷하였다(Park HS et al, 2004).

이 논문에서의 한계점은 우선 여러 다양한 변수를 범주화하는데 있어 어려운 점이 많았는데 특히 운동에 관해서는 설문지 조사 결과에 의존하여

분석하였는데 운동의 강도를 객관적으로 나타내 줄 수 있는 검사자료가 없었다는 한계점이 존재한다. 또한 본 연구는 단면적 연구로서 원인과 결과로서 설명할 수 없는 한계가 있는데 운동은 거의 필연적으로 운동을 하는 사람과 하지 않는 사람 사이에 운동 외적인 차이가 많을 수밖에 없는 문제점이 있다. 예를 들면 고혈압이나 고지질혈증이 있는 사람이 운동을 시작하게 되는 등의 인과관계의 바뀜(reverse-causality)이 흔히 존재하게 된다. 그래서 본 연구에서는 고혈압, 당뇨, 고지질혈증에 대한 약물을 복용중인 사람들을 제외하고 분석하였는데 다른 한편으로는 가장 대표성을 지닐 수 있는 대사증후군 환자들이 제외되었을 가능성도 많은 제한점이 있다. 운동의 효과를 좀 더 정확하게 판단하기 위해서는 충분한 연구 대상자의 실험 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결론

근력운동의 경우 비만 및 당뇨병과 같이 인슐린 저항성에 문제가 있는 사람에서 대체적으로 뚜렷한 효과가 있었던 만큼 본 연구에서는 인슐린 저항성에 문제가 되는 탄수화물 섭취 분율이 높은 경우 근력운동을 비롯한 운동 형태와 대사증후군 유병률과의 상관관계를 보고자 제3기(2005) 국민 건강영양조사 결과를 바탕으로 만 19세 이상의 성인 중 전날 금식 후 검진 조사를 완료한 5,422명을 연구 대상으로 하였다.

결과적으로 여러 운동형태 중 중등도 신체활동의 효과가 탄수화물 섭취와 관련 없이 가장 뚜렷하였으나 탄수화물 섭취 분율이 높은 사람에서는 저항성운동을 꾸준히 하는 경우 대사증후군 유병률이 유의하게 낮게 나타났다. 이 효과는 남성에서 두드러지게 나타났고 대사증후군의 5가지 요소 중 중성지방 및 혈압 감소에서 기인하리라 생각된다.

하지만 본 연구는 운동 강도를 객관적으로 측정하지 못했고 단면적인 연구라는 한계를 지니고 있어서 추후 실험연구 등을 통한 검증이 필요하리라 생각된다.

VI. 참고문헌

안근희, 민경완, 한경아. 비만하지 않은 제2형 당뇨병 환자에서 유산소 운동훈련과 저항성 운동 훈련의 효과. 당뇨병 2005;29(5):486-94.

임열리, 황승욱, 심현준, 오은혜, 장유수, 조비룡. ATP III의 진단기준에 따른 대사 증후군의 유병률과 관련위험요인 분석. 가정의학회지 2003;24:135-43.

최상호, 조민화, 신동순. 8주간 저항성 운동이 비만 여성의 신체성분, 혈청 호르몬 및 섭식에 미치는 영향. 한국영양학회지 2004;37(10):888-98.

Bianchi C, Penno G, Daniele G, Benzi L, Del Prato S, Miccoli R. Optimizing management of metabolic syndrome to reduce risk: focus on life-style. Intern Emerg Med 2008;3:87-98.

Christ M, Iannello C, Iannello PG, Grimm W. Effect of a weight reduction program with and without aerobic exercise in the metabolic syndrome. Int J Cardiol 2004;97:115-22.

Dumortier M, Brandou F, Perez-Martin A, Fedou C, Mercier J, Brun JF. Low intensity endurance exercise targeted for lipid oxidation improves body composition and insulin sensitivity in patients with the metabolic syndrome. Diabetes Metab 2003;29:509-18.

Fappa EM, Yannakoulia M, Pitsavos C, Skoumas I, Valourdou SB, Stefanadis C. Lifestyle intervention in the management of metabolic syndrome: could we

improve adherence issues?. *Nutrition* 2008;24:286–291.

Fluckey JD, Kraemer WJ, Farrel PA. Pancreatic islet insulin secretion is increased after resistance exercise in rats. *J Appl physiol* 1995;79:1100–5.

Garrow JS, Summerbell CD. Meta-analysis: effects of exercise, with or without dieting, on the body composition of overweight subjects. *Eur J Clin Nutr* 1995;49:1–10.

Gayda M, Brun C, Juneau M, Levesque S, Nigam A. Long-term cardiac rehabilitation and exercise training programs improve metabolic parameters in metabolic syndrome patients with and without coronary heart disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006;97:257–61.

Grundey SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112:2735–52.

Hansen K, Shriver T, Schoeller D. The effects of exercise on the storage and oxidation of dietary fat. *Sports Med* 2005;35(5):363–73.

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;35:1703–9.

Kirk EP, Donnelly JE, Smith BK, Honas J, Lecheminant JD, Bailey BW et al. Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat

oxidation. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1122–9.

Layman DK, Evans E, Baum JI, Seyler J, Erickson DJ, Boileau RA. Dietary protein and exercise have additive effects on body composition during weight loss in adult women. *Hum Nutr Met* 2005;135:1903–10.

Lee S. Is new criteria of metabolic syndrome applicable in Korean? *Korean J Obes* 2005;14 suppl.3:3–8.

Lee SY, Park HS, Kim DJ, Han JH, Kim SM, Cho GJ et al. Appropriate waist circumference cutpoints for central obesity in Korean adults. *Diabetes Res Clin Pract* 2007;75:72–80.

Leibel RL, Rosenbaum M, Hirsch J. Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *N Engl J Med* 1995;332:621–8.

Muzio F, Mondazzi L, Harris WS, Sommariva D, Branchi A. Effects on cardiovascular disease risk factors in obese patients with the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2007;86:946–51.

National Heart Lung and Blood Institute. 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;285:2486–97.

Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohoou C, Skoumas J, Tousoulis D, Toutouza M et al. Impact of lifestyle habits on the prevalence of the metabolic syndrome among Greek adults from the ATTICA study. *Am Heart J*

2004;147:106–12.

Park HS, Oh SW, Cho SI, Choi WH, Kim YS. The metabolic syndrome and associated lifestyle factors among South Korean adults. *Int J Epidemiology* 2004;33:328–36.

Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, Shahar DR, Witkow S, Greenberg I et al. Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med* 2008;359(3):229–41.

Tresierras MA, Balady GJ. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2009;29(2):67–75.

Vortuba SB, Horvitz MA, Schoeller D. The role of exercise in the treatment of obesity. *Nutrition* 2000;16:179–88.

WHO West Pacific Region. The Asia-Pacific perspective redefining obesity and its treatment. International Obesity Task Force 2000.

Yamamoto A, Temba H, Horibe H, Mabuchi H, Saito Y, Matsuzawa Y et al. Life style and cardiovascular risk factors in the Japanese population—from an epidemiological survey on serum lipid levels in Japan 1990 part 1: influence of life style and excess body weight on HDL-cholesterol and other lipid parameters in men. *J Atheroscler romb* 2003;10:165–75.

= ABSTRACT =

Exercise type & metabolic syndrome prevalence according to the proportion
of carbohydrate to total calories in Korean adults

Soo Hyung Lee
Graduate School of
Public Health Yonsei University

(Directed by Professor Chungmo Nam M.D, Ph D)

High carbohydrate diet has been known to be correlated with increase in insulin resistance and metabolic syndrome. In the recent meta-analysis study, it showed that resistance exercise training appears to enhance insulin sensitivity in a wide range of study groups(diabetes and obesity). Therefore we wished to declare the correlation between exercise type(including resistance exercise) and metabolic syndrome in the case of high carbohydrate diet groups that is suspected of high insulin resistance. Data was obtained from 5,422 Korean adults aged over 19 years old from The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES III), 2005.

As a result, moderate intensity physical activity was related to lower metabolic syndrome odds ratio irrespective of carbohydrate intake. But in high carbohydrate diet groups, resistance exercise training was associated with lower metabolic syndrome odds ratio or more distinctly

than moderate intensity physical activity. This result of resistance exercise may be owing to lower triglyceride and blood pressure among the components of metabolic syndrome. The main limitations of our study are reverse causality possibility in an observational study and insufficient objective exercise intensity measurements. Further well designed experimental research is warranted to determine the effectiveness of resistance exercise training.