creative commons

COMMONS DEED

저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

체육학 박사학위 논문

성인의 체력수준과 대사증후군발생에 대한 종단적 연구

- 일개 농촌지역 40 세 이상 성인을 대상으로 -

Longitudinal study on the relationship between the level of Fitness and Metabolic Syndrome incidence among Adult aged 40 and over

- For adults above 40 years old in rural area -

2014 년 2 월

서울대학교 대학원

체육교육과

신승민

국문초록

성인의 체력수준과 대사증후군발생에 대한 종단적 연구

- 일개 농촌지역 40세 이상 성인을 대상으로 -

신 승 민
서울대학교 대학원
체 육 교 육 과

본 연구의 목적은 40대 이상의 성인에서의 체력수준과 대사증후군 유병 및 대사증후군 발생에 대한 관련성을 횡단적 연구와 종단적 연구를 사용하여 확인하는 것이다.

연구의 대상은 Y에 거주하며 2007~2011년 수행된 코호트연구에 참여한 40대 이상의 성인 2,633명을 대상으로 실시하였다. 허리둘레, 안정시 혈압, 공복 지질 및 혈당을 기반조사와 추적조사 모두에서 측정 하였으며 연구대상자들의 근력은 악력과 각근력으로, 심폐지구력은 YMCA-step test로 측정하였다. 대사증후군은 NCEP ATP-III의 진단기준을 사용하였고 추적조사는 평균 769.53일 동안 실시되었고 그 결과 672명의 인원이 중도절단 되었다. 그리고 63명의 남자(11.1%), 126명의 여자(13.5%)에게서 대사증후군이 발생되었다. 체력수준과 대사증후군유병과의 관련을 확인하기 위하여 multiple logistic regression model을 적용하여 체력수준과 대사증후군유병에 대한 교차비와 95% 신뢰구간을 산출하였고, 체력수준과 대사증후군의 발생을 확인하기 위하여 Cox proportional hazard model을 사용하여 체력수준에 따른 대사증후군 발생과 대사증후군 위험인자에 대한 위험도를 95% 신뢰구간에서 산출 하였다. 악력과 각근력은 체중

을 보정하였고 혼란변수로는 연령, 성별, 음주, 흡연 및 식이 칼슘섭취를 보정 하였다.

이상의 연구절차를 통해 얻은 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 악력이 높을수록 대사증후군의 유병률은 유의하게 감소하였고(p-trend<0.0001), 악력이 높을수록 대사증후군의 발생률은 유의하게 감소하였다(p-trend=0.0003). 각근력이 높을수록 대사증후군의 유병률이 유의하게 감소하였으며(p-trend<0.0001), 각근력이 높을수록 대사증후군의 발생률은 감소하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다(p-trend=0.1748). 심폐지구력이 높을수록 대사증후군의 유병률은 유의하게 감소하였고(p-trend=0.0001), 심폐지구력이 높을수록 대사증후군의 발생률은 감소하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다(p-trend=0.2505).

둘째, 악력이 높을수록 복부비만의 발생률이 감소하였고(p-trend<0.0001, 고혈압 발생이 유의하게 감소하였다(p-trend=0.007). 각근력 높을수록 복부비만의 발생률이 감소하였고(p-trend=0.0029), 고혈압의 발생률이 감소하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다(p-trend=0.1358). 심폐지구력이 가장 높은 그룹인 심폐지구력이 가장 낮은 그룹에 비해 저-HDL의 발생위험이 HR=0.56 95%CI(0.26-0.99)로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 근력과 심폐지구력은 대사증후군의 유병 및 발생을 감소시키는 매우 중요한 요소이며, 특히 악력의 경우 대사증후군 및 복부비만 고혈압의 발생을 위험을 민감하게 예측할 수 있었다.

주요어: 악력, 각근력, 심폐지구력, 대사증후군, 종단연구

학번: 2008-30445

CONTENTS

I. 서론 1

1. 연구의 필요성 1

2. 연구의 목적 4

3. 연구 가설 4

4. 연구의 제한점 5

II. 이론적 배경 6

1. 대사증후군 6

1) 대사증후군의 발생기전 6

2) 대사증후군의 여러 진단 기준 9

3) 대사증후군의 유병률 11

2. 체력과 대사증후군 위험 요인과의 관계 13

1) 체력과 고혈압 13

3) 체력과 당뇨병 16

3) 체력과 고지혈증 18

3) 체력과 비만 21

3) 체력과 대사증후군 23

3) 영양소 섭취와 대사증후군 24

III. 연구방법 25

1. 연구대상 25

2. 측정 도구 및 방법 25

1) 인구학적 변인 및 병력 25

2) 식품섭취 조사 및 영양소 섭취량 조사 25

3) 임상검사 26

4) 신체계측 26

5) 건강체력검사 27

6) 대사증후군 진단 28

3. 추적조사 29

4. 통계분석 31

IV. 연구결과 32

1. 대상자들의 특성 32

3. 체력과 대사증후군 유병 34

3. 추적조사 결과 39

1) 대상자들의 특성 39

2) 대사증후군 위험요소 및 대사증후군 발생 40

3) 체력수준과 대사증후군 발생 상대위험비 42

4) 대사증후군 위험인자 보유에 따른 대사증후군 발생 상대 위험비 ... 42

5) 악력, 각근력 및 심폐체력간의 상간관계 42

V. 논의 52

1. 대사증후군의 발병원인 52

2. 심폐체력과 대사증후군 유병 및 발생 53

3. 근력과 대사증후군 유명 및 발생 56

4. 근력, 심폐체력과 대사증후군 위험인자 발생 58

VI. 결론 및 제언 61

1. 결론 61

2. 제언 62

Reference..... 63

List of Figures

Figures 1. 연구의 진행 및 연구대상인원 선별..... 30

Figures 2. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 유병 model 1..... 38

Figures 3. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 유병 model 2..... 38

Figures 4. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 유병 model 3..... 39

Figures 5. 대사증후군 위험인자 발생과 대사증후군 발생..... 42

Figures 6. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 발생 model 1..... 45

Figures 7. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 발생 model 2..... 46

Figures 8. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 발생 model 3..... 46

List of Tables

Table 1. Old Diagnostic Criteria of Metabolic Syndrome 10

Table 2 Recent Diagnostic Criteria of Metabolic Syndrome 11

Table 3. 대사증후군의 진단기준 28

Table 4. 연구대상자들의 특성 33

Table 5. 체중당 악력 수준과 대사증후군 유병 35

Table 6. 체중당 각근력수준과 대사증후군 유병 36

Table 7. 심폐체력 수준과 대사증후군 유병 37

Table 8. 추적조사 대상자들의 특성 40

Table 9. 대사증후군 위험인자 발생률 및 대사증후군 발생률 41

Table 10. 체중당 악력수준과 대사증후군 발생 상대위험비 43

Table 11. 체중당 각근력수준과 대사증후군 발생 상대위험비 44

Table 12. 심폐체력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비 45

Table 13. 대사증후군 위험인자 보유에 따른 대사증후군 발생 상대위험비 47

Table 14. 체중당 악력 수준과 대사증후군 위험인자 발생 상대 위험비 48

Table 15. 체중당 각근력 수준과 대사증후군 위험인자 발생 상대 위험비 49

Table 16. 체중당 각근력 수준과 대사증후군 위험인자 발생 상대 위험비 50

Table 17. 체중당 악력 수준과 각근력 및 심폐체력간의 상관관계 51

I. 서론

1. 연구의 필요성

사회경제의 발전으로 생활환경이 향상됨에 따라 질병의 발생 구조가 과거 감염성질환에서 만성퇴행성질환으로 변화하고 있다. 세계적으로 만성질환은 사망의 60%, 질병부담의 43%정도를 차지하고 있다. 또한 2020년경에는 사망의 73%, 질병의 60%까지 증가될 것으로 예측된다(WHO, 2002). 국내의 경우에도 사망의 원인이 급성질환에서 만성질환으로 변화하는 추세이며 만성질환의 유병률도 2001년 기준으로 약 30% 이며 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보인다. 또한 보험 급여 중 노인의료비가 차지하는 비중이 1990년에는 10.8%에서, 2001년에는 17.7%로 향후 2030년에는 50%정도에 이를 것으로 조사되었다(복지부, 2005b). 노화에 따른 만성질환의 증가는 개개인의 의료비뿐만 아니라 국가의료비 지출을 높이는 문제를 야기한다. 평균 수명의 증가로 인한 만성퇴행성 질환의 증가와 그로 인한 의료비 지출 급증은 국가적, 사회·경제적 부담이 된다.

2009년 국민건강영양조사에 의하면 우리나라의 30세 이상 만성질환 유병률은 비만 31.3%, 고혈압 27.9%, 당뇨병 10.0% 고콜레스테롤혈증 11.1%, 고중성지방혈증 17.4%으로 조사되었으며(Welfare, 2009), 이러한 질환이 한 사람에게 복합적으로 나타나는 대사증후군도 24.1%로 조사되었다. 이중 만성질환의 기초 징후로 볼 수 있는 대사증후군은 심혈관계 질환(CVD: cardiovascular disease)의 주요한 인자로 작용하기 때문에 일찍부터 중요성이 인식되고 있다(Grundy, Brewer, Cleeman, Smith, & Lenfant, 2004). 대사증후군을 치료하지 않고 장기간 방치할 경우 제2형 당뇨병, 고혈압,

고지혈증과 심혈관계 질환의 발생을 증가시키고 이로 인해 건강수명 단축과 사망률 증가로 인해 삶의 질을 저하시킨다(Isomaa et al., 2001).

대사증후군은 어떠한 특정한 요소만 영향을 미치는 것이 아니라 다양한 요소들에서 상관성을 보이고 있으며 대사증후군 개선과 예방을 위해서 다각적 연구가 필요한데 이러한 대사증후군은 만성질환적 특징이 있어 개인의 생활습관과 크게 관련된 것으로 알려져 있다(Hong T, 1997; Liese et al., 1997) 대사증후군을 감소시키기 위해서 추구되어야 할 생활습관으로는 신체활동, 금연, 절주, 식사조절 등이 제시되고 있다(Maki, 2004). 국내에서도 대사증후군에 대한 다수의 선행 연구결과 비만, 고혈압, 고지혈증, 혈당장애가 심혈관계 질환의 위험인자로 판단하고 이들의 유병률을 줄이기 위해서 생활습관을 개선하기 위한 노력이 필요하다고 보고하였다(Lee KS, 2000; Lee KY, 2000; Yoo JS, 2009). 생활습관 변화와 더불어 건강관련체력(health-related fitness)을 유지증진 시키는 것도 중요하다. 체력이 강하게 유지되면 질병을 예방하고 개선시키는 역할을 할 수 있다. 건강관련체력이란 일상생활과 관련이 있는 체력을 말하며 심폐체력, 근력, 근지구력, 신체구성 및 유연성 등으로 이루어져 있으며 운동부족에 의해 이러한 요소들이 저하되면 성인병이나 건강관련장애를 일으킬 위험성이 매우 높아진다(Medicine, 2009). 건강관련체력 중 심폐체력은 심혈관계 질환 및 암 등과 같은 주요 질환과 관련되어있으며 조기 사망에 주요한 예측인자로 평가되어 왔다(Lee DC, 2010; Monninkhof et al., 2007). Kokkinos 등(Kokkinos et al., 2010)에 의하면 심폐체력이 기준점에서 1MET(metabolic equivalent) 감소할 때 사망률이 12% 증가한다고 하였다. 심폐체력은 독립적으로 심혈관계 질환의 낮은 발병과 관련이 있으며(O'Hartaigh et al., 2011), 심폐체력이 크게 감소할수록 만성질환의 위험성을 증가시킬 수 있다고 보고하였다(Aspenes, Nauman, Nilsen, Vatten, & Wisloff, 2011; Chen, Das, Barlow, Grundy, & Lakoski, 2010). 또한 심폐체력을 유지하는 것만으로도 심혈관계 질환 및

만성질환의 예방이 가능한 것으로 알려져 있다. 그러므로 미국스포츠의학회에서는 심폐체력향상 및 유지를 위해 지속적인 유산소운동을 시행하도록 권고하고 있다(Medicine, 2009; Steele, Brage, Corder, Wareham, & Ekelund, 2008). 근력의 경우 건강관련체력에서 중요한 역할을 하고 있으나 과거 근력에 대한 인식은 관절을 움직이거나 물건을 들어 올리는 힘 정도로 여겨져 왔다. 그러나 최근 들어 심폐체력과 같이 근력도 만성질환의 유병 및 발병과 조기사망에 관련성이 있을 것으로 예측되고 있다(Ruiz et al., 2008; Takata et al., 2007). Hoekstra 등(Hogenkamp, Jerling, Hoekstra, Melse-Boonstra, & MacIntyre, 2008)은 심혈관계 질환 요인과 근력과의 관련성이 제시하였으며, Jurca 등(Jurca et al., 2004)과 Wijndaele 등(Wijndaele et al., 2007)의 연구에서 근력 수준과 대사증후군 발생과의 역 상관관계를 보고하였다, Yang 등(Yang EJ, 2011)의 연구에서도 근력이 낮은 노인들에서 대사증후군의 위험성이 더 높다고 보고하였으며, steene-johanneesen 등(Steene-Johannessen, Anderssen, Kolle, & Andersen, 2009)의 연구에서도 근력의 증가는 대사증후군 유병률과 역상관 관계 있다고 보고하였다. 또한 횡단적 연구를 통해 악력이 가장 약한 그룹이 악력이 가장 강한 그룹이 비해 대사증후군의 유병률이 로지스틱분석 결과 OR=1.18(95%CI 1.07-1.30)로 나와 악력이 가장 약한 그룹이 악력이 가장 강한 그룹에 비해 약 1.2배 더 많이 발생한 것으로 보고되었다(Sayer, Syddall, Dennison, Martin, Phillips, Cooper, & Byrne, 2007).

현재까지의 여러 선행 연구를 통해 심폐체력과 만성질환발생 사이의 관련성을 확인할 수 있었지만, 심폐체력 및 근력과 대사증후군의 연관에 대한 종단적 연구는 현재까지 부족한 실정이며, 특히 근력과 대사증후군발생과의 관계에 대한 부분의 종단적 연구는 많이 이루어 지지 않고 있다. 게다가 현재까지 이루어진 연구의 대부분은 소규모 연구대상자를 이용한 단면 조사 연구로 체력수준과 대사증후군발생간의 관련성 규명의 어려움 뿐만 아니라 체력의 수준이 대사증후군 발생에 어떠한 영향을 주는지에 대한 해석상의

한계점이 있다. 이와 달리 종단적 코호트 연구(Longitudinal cohort study)는 현재 시점에서 잠재적 위험요인에 대한 정보를 습득하고 장기간 추적하여 위험요인의 유무에 따른 질병의 발생률을 조사하는 연구의 방법으로 비용과 시간이 많이 드는 단점에도 불구하고 위험요인과 질병의 인과관계를 정확하게 측정하여, 횡단적 연구를 통해 얻어진 가설을 과학적으로 검증할 수 있으며 연구결과의 타당성이 뛰어난 역학조사 방법이다. 따라서 종단적 연구 방법을 이용하여 근력, 심폐체력 등의 체력 수준이 대사증후군발생의 인과관계에 대한 의문점을 해결 할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 근력의 수준 및 심폐체력의 수준과 대사증후군 유병간의 관련성을 횡단적인 연구방법으로 규명하며, 근력의 수준과 심폐체력의 수준이 대사증후군 발생에 미치는 영향을 종단적 연구방법을 사용하여 인과관계를 알아보고 근력과 심폐체력의 수준이 대사증후군 위험인자 발생에 어떠한 영향을 미치는가에 알아보는데 있다.

3. 연구 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위해 다음과 같은 연구 가설을 설정하였다.

1) 대사증후군의 유병은 근력(악력, 각근력) 수준과 관련이 있을 것이다.

2) 대사증후군의 유병은 심폐체력 수준과 관련이 있을 것이다.

3) 대사증후군의 발생은 근력의 수준에 영향을 받을 것 이다.

4) 대사증후군의 발생은 심폐체력의 수준에 영향을 받을 것 이다

5) 대사증후군 위험인자(고혈압, 저-HDL, 고지혈증, 당뇨, 복부비만)의 발생은 근력 및 심폐체력의 수준에 영향을 받을 것 이다.

4. 연구의 제한 점

본 연구는 다음과 같은 제한 점을 갖는다.

1) 연구 대상자는 2007년부터 2011년 까지의 실시한 Y 지역 코호트 연구에 참여한 대상자로 제한 하였다

2) 대사증후군의 판단기준은 대한 비만학회의 기준(NCEP ATP-III, 대한비만학회 2007)을 사용하였다.

3) 기반조사 이후 추적조사 기간 동안의 연구 참여자들의 식습관을 포함한 및 건강관련 생활습관 등은 통제되어 지지 않았다.

II. 이론적 배경

1. 대사증후군

대사증후군은 상호 연관된 대사적 위험요인들이 공존하는 상태로, 죽상동맥경화성 심혈관질환(atherosclerotic cardiovascular disease: ASCVD)과 제2형 당뇨병 발생위험을 직접적인 위험요소로 알려져 있다(National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel, 2002; Grundy SM et al., 2005). 대사증후군의 구성요소는 인종과 대사증후군의 진단 정의 기관에 따라 다소 차이가 있지만 복부 비만, 인슐린저항, 이상지질혈증, 고혈압 등으로 구성된다(Grundy Sm et al., 2005).

대사증후군은 심혈관 질환의 주된 위험인자인 고혈압, 고혈당, 고지혈증, 복부비만 등이 동시에 군집하여 발병 및 진행되어지는 증상으로 만성질환의 발생위험을 높이는 대사장애이다. 대사증후군이라는 명칭이 처음 사용된 것은 1988년 Reaven 이 심혈관계 위험인자들이 군집해서 나타나는 경우를 일컬어 'syndrome X'라고 소개하면서 알려지게 되었다. 각각의 요소 혹은 요소 전체가 인슐린 저항성과 연관이 있어 '인슐린 저항성 증후군(Insulin resistance syndrome)'이라고도 불리다가 1998년 세계보건기구(WHO)에서 이를 대사증후군(metabolic syndrome)으로 정의하였다(Wilson, Kannel, Silbershatz, & D'Agostino, 1999).

1) 대사증후군의 발생기전

대사증후군의 구성요소들이 서로 군집된 형태로 나타나는 것은 이전 선행 연구 등을 통해 잘 확인되고 있으나. 이러한 요소들이 군집되어 나타나는 이유에 대해서는 아직까지

명확한 결론을 얻지는 못하고 있다. 대사증후군의 일차적 원인은 인슐린 저항성이며 고인슐린혈증, 내당능장애, 이상지질혈증과 같은 다른 요인들은 인슐린저항성에 따른 이차적인 현상으로 대사증후군은 하나의 원인인 인슐린저항성에 의해 발생된다는 의견이 제시되었다(Reaven & Chen, 1988). 그리고 당뇨병과 인슐린저항성의 관계에서 인슐린저항성과 인슐린 분비 장애가 동시에 존재함이 증명되었다(Kahn, 1994). 특정 원인으로 인한 인슐린저항성의 발생시 저항성을 극복하기 위해 췌장의 ß세포에는 인슐린 분비를 증가시키고 이때 분비되는 인슐린의 양이 인슐린저항성을 충분히 극복할 수 있을 분비되었을 때에는 당뇨병으로 진행되지 않으나, 최대한으로 증가된 인슐린 분비량으로도 저항성을 극복하지 못할 때 당뇨병으로 진행된다. 따라서 당뇨병으로 진행하기 이전에 부적절하게 상승된 인슐린은 당뇨병 발병의 예측인자로서의 의미가 있고, 이는 또한 인슐린 저항성이 존재한다는 간접적인 증거가 될 수 있다(Lillioja et al., 1993).

고인슐린혈증 및 인슐린저항성은 당뇨병 상태 뿐만 아니라 비 당뇨병 상태에서도 심혈관 질환 및 고혈압의 위험인자로 알려져 있으며(Laakso & Lehto, 1998), 이것은 대사작용 이외의 혈관세포에 대한 인슐린의 생리학적 작용과도 관계가 있는 것으로 보인다(Jiang et al., 1999).

인슐린저항성과 고인슐린혈증은 고혈압과도 밀접한 관계가 있다. 국내의 연구로는 남문석(남문석, 1995)의 연구가 보고되었는데 정상 성인을 대상으로 공복 시 혈중인슐린 농도가 양의 상관관계를 보였으며, 연령, 체질량지수와 같은 다른 요인들과의 다중회귀분석에서도 인슐린 농도가 혈압의 가장 중요한 관련인자로 나타났다. 고혈압 환자군이 정상혈압 대조군에 비해 경구당 부하검사에 따른 혈당반응면적과 인슐린반응면적이 높을 뿐 아니라 단층촬영으로 측정한 내장지방/ 대퇴근육 면적비가 유의하게 높음을 관찰하여 고혈압 환자의 인슐린저항성은 내장지방 축적과 근육양의 상대적 감소와 관련 있음을 주장하였다. 대사증후군의 구성요소 중 낮은 HDL-

콜레스테롤과 높은 중성지방 또한 인슐린저항성과 관계가 있다. 박석원 등(박석원, 1998))의 연구에 따르면 건강한 젊은 남성에서 인슐린저항성을 측정하고 이들의 혈중 지지 농도를 비교한 결과, 인슐린 저항성이 증가할수록 중성지방은 증가하고 HDL-콜레스테롤은 감소함을 관찰하였다. 이러한 결과로 인슐린저항성과 이상지질혈증 간의 직접적인 상관성을 알 수 있다. 고혈압과 고인슐린혈증, 이상질혈증 등은 질병의 범주로 구분하기 보다는 심혈관 질환의 위험인자로 작용하며, 대사증후군에서는 이들 위험인자가 동일인에서 발병하여 죽상동맥경화를 유발하고 촉진하는 것으로 생각되어진다(허갑범, 1999). 유리지방산의 증가, 복강 내 지방축적(Fujimoto, Abbate, Kahn, Hokanson, & Brunzell, 1994)이 대사증후군의 발병의 핵심이라는 주장도 제기되었다. 복강 내 지방축적은 혈액 내 지방산 농도를 증가시키고 인슐린저항성을 유발시키며 간문맥 내 지방산이 증가되어 VLDL 및 LDL 의 합성이 늘어나게 된다는 것이다. Meigs 은 인자분석을 통한 연구결과 인슐린저항성 하나만이 대사증후군의 모든 현상에 대한 공통적인 원인으로 작용하는 것이 아니라 1개 이상의 기전이 독립적으로 작용한다고 주장하였다(Meigs, D'Agostino et al.,1997). 자유 유리지방산의 농도는 정신적 스트레스를 통하여 혈압을 상승시키며, 지방산으로 인한 혈관의 영향은 다른 대사증후군의 요소들과 관련이 있을 수 있다 (Battilana et al., 2001).

인슐린 비 의존형 당뇨병환자의 직계가족의 경우 내당장애가 생기기 이전부터 가족력이 없는 대조군에 비하여 인슐린 자극에 의한 포도당 흡수의 장애가 나타나며(Martin et al., 1992), 고혈압 환자의 직계자녀에서의 혈압이 정상임에도 불구하고 인슐린 저항성이 나타난다(Facchini, Chen, Clinkingbeard, Jeppesen, & Reaven, 1992).

근육과 인슐린저항성과의 관계에 있어서 노화는 남성호르몬 분비를 감소시키며 이로 인하여 내장지방이 축적되고 결과적으로 몸 전체 근육양의 감소로 인하여 인슐린 저항성이 나타나며, 여성의 경우 폐경 이후 여성호르몬의 급격한 감소가 내장지방 축적을

촉진하여 인슐린저항성을 유발하게 된다(Bjorntorp, 1996). 또한 대사증후군 발생기전을 설명할 때 근육과 지방의 분포의 개념인 신체조성 측면의 접근이 가능한데, 컴퓨터단층촬영을 통한 내장지방의 면적은 인슐린감수성과 유의한 음의 상관성이 나타나고, 이와 달리 대퇴부의 골격근면적은 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 따라서 복부의 비만 특히 과잉 된 내장지방의 축적은 인슐린저항성을 증가시키지만, 골격근량이 많은 경우에는 인슐린저항성을 감소시켜 내장지방 축적에 따른 인슐린 저항성을 상쇄함을 알 수 있다. 골격근량은 인슐린저항성을 결정하는데 있어서 매우 중요한 역할을 하며, 내장지방과 골격근 면적 비는 인슐린저항성을 반영하는 임상적 지표로 사용될 수 있다고 생각한다(허갑범, 1999). 결론적으로 인슐린저항성이 대사증후군발병에 핵심적인 요소로 작용하며 내장지방의 감소와 골격근량의 유지 및 증대는 대사증후군의 발병을 예방하는 중요한 방법이라 할 수 있다.

2) 대사증후군의 여러 진단기준

대사증후군개념이 등장하며 당뇨 및 콜레스테롤교육기관 등에서 여러 가지 대사증후군 진단기준을 제시 하였다 그 중 1999년 European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR), 2001년 National Cholesterol Education Program – Third Adult Treatment Panel (NCEP ATP III), 2002년 American College of Endocrinology (ACE) / American Association of Clinical Endocrinologists (AACE)에서 각각 일부 변형된 진단기준을 제시하였으며(Balkau & Charles, 1999), International Diabetes Federation(IDF)에서는 복부비만을 진단의 필수 요소로 규정하고 공복혈당을 100mg/dL 로 낮춘 새 진단기준을 제시하였다.(Alberti, Zimmet, Shaw, & Group, 2005; Einhorn et al., 2003; Expert Panel on Detection & Treatment of High Blood Cholesterol in, 2001). (Table 1, Table 2).

Table 1. Old Diagnostic Criteria of Metabolic Syndrome

WHO(1998)	EGIR(1999)	NCEP-ATP III(2001)	AACE(2003)
At least 1 of type 2 diabetes, IFG, IGT, or insulin resistance plus at least 2 of the next 4 factors	Hyperinsulinemia or insulin resistance (fasting insulin concentration above the upper quartile for the non-diabetic subjects) plus at least 2 of the next 4 factors	≥3 risk determinants	IGT or IFG (but not diabetes) plus at least any 2 of the next
① Hypertension BP≥140/90 mmHg or Medication	① FPG≥110 mg/dL	① Central obesity {WC>102 cm (M), >88 cm (F) WC≥90 cm (M), ≥80 cm (F)}†	① BMI≥25kg/m2
② Dyslipidemia TG≥150 mg/dL and/or HDL-C<35 mg/dL (M), <40 mg/dL (F)	② Hypertension BP≥140/90 mmHg or medication	② TG≥150 mg/dL	② TG≥150mg/dL
③ Obesity BMI>30 kg/m2 and/or WHR>0.90 (M), 0.85 (F)	③ Dyslipidemia TG≥180 mg/dL or HDL_C<40 mg/dL or treatedfor dyslipidemia	③HDL-C<40mg/dL(M), <50 mg/dL (F)	③HDL-40mg/dL(M)or, <50mg/dL (F)
④ Microalbuminuria AER≥20 ug/min or ACR≥30 mg/g	④ Central obesity WC≥94 cm (M), ≥80 cm (F)	④ Hypertension BP≥130/85 mmHg or medication ⑤ FPG≥110 mg/dL (include diabetes)	④ Hypertension BP≥130/85mmHg or medication

WHO, World Health Organization; EGIR, European Group for the Study of Insulin Resistance; NCEP-ATP III, National Cholesterol Education Program Third Adult Treatment Panel; AACE, American Association of Clinical Endocrinologists; IFG, impaired fasting glucose; IGT, impaired glucose tolerance; TG, triglyceride; BMI, body mass index; WHR, waist-hip ratio; FPG, fasting plasma glucose; WC, waist circumference; M, men; F, women.

* Hyperuricemia, hyperleptinemia, hypercoagulability is not required for definition, but part of the syndrome.

†Revised in Western Pacific Regional Office of WHO, Asia-Pacific perspective.

‡American College of Endocrinology (ACE) / AACE consensus conference of insulin resistance syndrome. Includes family history of type 2 diabetes, polycystic ovary syndrome, advancing age, sedentary lifestyle, ethnic groups susceptible to type 2 diabetes.

Table 2. Recent Diagnostic Criteria of Metabolic Syndrome

IDF(2005)	AHA / NHLBI(2005)
Central obesity: essential factor; by regional standardization WC≥94 cm (M), ≥80 cm (W) for European, WC≥90 cm (M), ≥80 cm (F)* plus at least 2 of the following 4 factors ① TG level≥150 mg/dL (1.7 mmol/L) or under treatment† ② HDL cholesterol <40 mg/dL (0.9 mmol/L) (M), or <50 mg/dL (1.1 mmol/L) (F) or under treatment ③ Blood Pressure systolic BP≥130 mmHg or diastolic BP≥85 mmHg or under medication ④ FPG≥100 mg/dL (5.6 mmol/L) or diabetic history or under medication	≥3 risk determinants ① Central obesity WC>102 cm (M), >88 cm (F) WC≥90 cm (M), ≥80 cm (F)* ② TG≥150 mg/dL or under treatment† ③ HDL-C<40 mg/dL (M), <50 mg/dL (F) ④ Hypertension BP≥130/85 mmHg or medication ⑤ FPG≥100 mg/dL (6.1 mmol/L) (include diabetes)

IDF, International Diabetes Federation; AHA/NHLBI, American Heart Association/National Heart Lung and Blood Institute; WC, waist circumference; TG, triglyceride; BP, blood pressure; FPG, fasting plasma glucose, M, men; F, women.

* Revised in Western Pacific Regional Office of WHO, Asia-Pacific perspective.

†Fibrates or nicotinic acid are most commonly used.

3) 대사증후군의 유병률

미국은 1988년부터 1994년까지 시행된 National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES) Ⅲ에서 20세 이상 성인의 연령 보정을 하여 대사증후군 유병률을 조사한 결과 1988-2000년 24.1%(남자: 24.6%, 여자: 28.1%), 1999-2000년 27%(남자: 25.2%, 여자: 29.0%), 1999-2000년 34.6%(남자: 34.6%, 여자 34.5%)로 나타났다. 일본은 2005년 Japanese Committee for the Diagnostic Criteria of Metabolic Syndrome 에서는 NECP-ATP Ⅲ 진단기준에서 허리둘레 기준을 남자≥90cm, 여자≥85cm 로 수정하고 2000년 20세 이상 성인의 대사증후군 유병률을 조사한 결과 22.0%(남자: 33.2%, 여자: 6.1%)로 나타났다. 일본은 남자의 유병률이 여자에 비해 매우 높은것으로 나타났으며 서양인의 경우에는

호주 25세 이상 성인의 대사증후군 유병률을 조사한 결과 22.1%(남자: 18.8%, 여자:25.4%)로 나타났다(질병관리본부, 2007).

국내의 연구에는 제3기 국민건강영양조사(2005년) 에 따르면 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III)의 진단기준과 대한비만학회에서 제시한 복부비만 기준인 허리둘레 남자 90cm 이상, 여자 85cm 이상, 공복 혈당 100mg/dL 이상인 기준으로 적용 했을 시, 30세 이상 한국성인의 연령 표준화 대사증후군 유병률은 1998년 30.0%, 2001년 31.3%, 2005년 29.8% 였다(질병관리본부, 2007). 국내 40세 이상의 농촌지역 주민을 대상으로 한 연구에서는 NCEP ATP III 기준(복부둘레 국내기준 미 적용) 대사증후군 유병률이 29.4% 였다(Kim ES et al., 2004). 30~80세의 도시 지역 주민을 대상으로 한 다른 연구에서는 허리둘레 남자 90cm, 여자 80cm 의 기준으로 적용 하였을 때 남자의 경우 29.0% , 여자의 경우 16.8%의 유병률이 나타났다(Oh JY et al., 2004). 그 외 많은 연구에서 유전적 요인과 사회경제적 요인, 환경적 요인-생활습관(life style)이 상호작용하여 대사증후군을 유발시키는 것으로 보고하고 있다. 유전적 요인으로 Liese 등(Liese et al., 1997)은 부모가 당뇨병과 고혈압인 경우 자녀들에게 대사증후군 발생이 증가한다고 보고하였고, Hunt(Hunt, Heiss, Sholinsky, & Province, 2000)등은 당뇨나 혈압에 대한 가족력은 대사증후군 발생에 큰 영향을 준다고 보고하였다. 사회경제적 요인으로는 직업, 소득수준, 교육 정도, 사회계층 등이 있는데, 소득수준과 교육 정도가 낮을수록, 직업서열이 낮을수록 대사증후군의 발생위험이 유의하게 증가한다는 보고가 있다(Dallongeville et al., 2005; Keil, Chambless, Filipiak, & Hartel, 1991; Wamala et al., 1999). 환경적 요인으로는 음주, 흡연, 스트레스, 식이 등이 있는데, 흡연은 HDL-콜레스테롤을 저하시키고, 중성지방과 LDL-콜레스테롤을 높여 심혈관질환의 발생 위험을 증가시키며(Lee, Wain, Kelsey, Wiencke, & Christiani, 1998), 과도한 음주는 허리둘레와 혈압을 높이고, 혈중 중성지방농도와 연관이 있다고 보고한다(Dyer et al., 1981; Facchini, Chen, & Reaven, 1994; Jung CH, 2002).

또한 운동은 대사증후군의 위험요인을 감소시키는 것으로 밝혀진 보고들이 있다(Keil et al., 1991; 임열리, 2003). 권혁상 등(2005)은 보건소를 내소한 성인 5,300명을 대상으로 실시한 연구에서 대사증후군의 연령에 따른 유병률은 연령에 따라 대체적으로 증가하는 경향을 보였지만, 남자는 40대 이후 최고 유병률을 보이고 그 이후 점차 감소하는 경향을 보인 반면 여자는 폐경 이후인 50대에서 유병률이 급격히 증가하며 연령의 증가와 함께 유병률도 증가하는 것을 보였다. Maki(2004)는 대사증후군의 유병률을 낮추기 위해 금연, 활동량증가, 식사조절을 해야 한다고 제시하였다(Maki 2004). 지금까지의 언급한 문헌연구의 결과를 종합해보면, 대사증후군은 진단명 자체에서 증후군이라는 용어가 포함된 것처럼 아직 정확한 병태생리 기전이 밝혀져 있지는 않지만 인슐린 저항성을 매개로 하여 생활습관과 아주 밀접한 관계를 가지고 있음을 알 수 있다. 그러므로 신체활동을 증가시키고, 건강한 식습관을 유지하는 것이 대사증후군의 예방에 있어서 중요한 의의를 갖게 된다.

2. 체력과 대사증후군 위험요인과의 관계

1) 체력과 고혈압

2007년 통계청 자료에 따르면 국내 2005년 심장 질환에 의한 사망률은 인구 10만 명당 39.6명으로 1995년 36.9명에 비해 2.7명 증가 하였고 총 사망원인 중 암, 뇌혈관질환에 이어 3위에 해당한다(통계청 2006). 또한 고혈압질환에 의한 사망률 9.3명이 더해지면 인구 10만 명당 48.8명으로 전체 사망자의 9.7%가 심장관련 질환으로 사망 하였다.

심혈관 질환에 의한 국민건강보험 지출은 총 지출의 8.4%를 차지한다(건강보험심사평가원, 2003).

보건복지부와 한국보건사회연구원 의 연구에 의하면 30세 이상 고혈압 유병률이 남자의 경우 1998년 29.5%에서 2001년 34.4%로 4.9% 증가하였고 여자는 25.6%에서 26.5%로 0.9% 증가하였다(한국보건사회연구원, 2003). 특히 남자의 39.8% 와 여자의 30.6% 가 고혈압 전기에 해당 된다 이는 정상인에 비해서 고혈압으로 진행될 위험이 2배 높기 때문이다(Health, 1997, 2003). 30세 이상 성인 중 남자 28.4%, 여자 47.3% 만이 정상 혈압에 속했다. 또한 국내의 고혈압 유병률에 대한 연구는 대한공중보건의사협의회(대한공중보건의사협의회, 1999), 하용찬 등(하용찬, 2000), 최연희 등(최연희, 2003)이 있으며 약 25~40% 정도의 유병률이 나타난다고 하였다. 이들 연구의 고혈압 유병률은 도시가 농촌보다 높은 유병률을 나타냈는데 이는 조사 대상자들의 평균연령이 국민건강영양조사의 대상자들에 비해 높기 때문으로 여겨진다.

고혈압은 뇌졸중, 심근경색, 울혈성 심부전, 신장병, 말초혈관 질환과 같은 심혈관질환의 주요 위험인자로, 혈압이 뇌혈관질환 발생에 기여하는 정도는 35%, 허혈성 심장질환에 기여하는 정도는 21% 이다(Jee, Suh, Kim, & Appel, 1999). 다시 말하면 혈압이 정상적으로 유지되면 뇌혈관질환과 허혈성 심장질환을 각각 35%와 21%정조 예방이 가능하다는 의미이다. 미국의 Framinham Heart Study 연구결과에 따르면 고혈압이 있을 경우 정상인에 비해 동맥경화성 질환의 위험비가 2~3배 증가하는 것으로 보고되었다(J. L. B. H. R. Izzo, 1999).

비만, 과다한 식염섭취, 운동부족, 음주 및 유전적인 요인이 대표적인 고혈압의 위험요인이며(Program, 2003), 국내의 경우 고혈압 관리를 위해 체중조절, 절주, 저염식, 금연과 함께 운동을 통한 체력의 증진을 포함한다(보건복지부, 2005a).

운동은 에너지 소비를 증대시키고, 심폐기능을 향상시켜 고혈압 발생을 감소하고, 고혈압증상이 비교적 가벼운 환자에게 항 고혈압제를 사용하지 않고도 정상 혈압을 유지할 수 있도록 만든다(J. L. Izzo, Jr. & Black, 1999). 여가시간에 운동을 많이 할수록 고혈압 유병률이 낮아 지는 것으로 나타나, 운동과 고혈압 발생을 선형적 관계에 있는 것으로 보인다(Bassett, Fitzhugh, Crespo, King, & McLaughlin, 2002).

체력과 고혈압관계를 규명한 대표적인 코호트 연구 중 Blair 등(Blair, Goodyear, Gibbons, & Cooper, 1984)은 1970년부터 1980년까지 의학검사와 트레드밀 검사를 실시한 20~65세의 남자 5,000여명과 여자 1,200여명 에게 1982년 우편을 통해 건강상태를 설문하였다. 연구결과 심폐능력이 낮은 그룹이 연령, 체질량지수, 성별, 기저 혈압을 보정 했을 때 고혈압 발생의 상대위험비가 1.5 높게 나타났다. 1916년부터 1950년 사이에 하버드 대학에 입학한 졸업생을 대상으로 1962년과 1966년부터 1972년까지 6~10년 간의 추적관찰 결과, 주당 2,000kcal 이하로 에너지 소비를 하는 집단이 2,000kcal 이상으로 소비하는 집단에 비해 30% 더 높은 고혈압 발생을 보였다. 특히 고강도의 여가 스포츠에 참가한 집단에 비해 그렇지 않은 집단은 35%더 높은 고혈압 발생률을 보였다(Paffenbarger, Wing, Hyde, & Jung, 1983). 대학동문을 대상으로 한 또 다른 연구(Paffenbarger, Thorne, & Wing, 1968)에서도 주당 5시간 이하로 스포츠 활동에 참가한 집단이 주 5시간 이상 참여한 집단에 비해 연령이 보정된 고혈압 발생률이 30% 높게 나타났다. 또한 55세에서 69세 사이의 약 42,000명의 여성을 대상으로 2년간 추적 관찰결과 여가시간 신체활동 수준을 3가지로 나누었을 때 가장 비활동적인 그룹이 가장활동적인 그룹에 비해 고혈압 발생 상대 위험비가 30% 더 높게 나타났다(Folsom, Prineas, Kaye, & Munger, 1990).

Stamler 등(Stamler et al., 1989)은 이완기 혈압 80-90mmHg, 과체중, 안정시 심박수 80이상, 혹은 이중 2개 이상 해당하는 고혈압 고위험군 대상자 200명을 5년 동안 다양한

처치를 통해 앞선 코호트 연구와 비슷한 결과를 얻었다. 약 5%의 체중감량 그룹, 일일 1,800mg 이상 나트륨 섭취의 제한 그룹, 최대 심박수의 70~75% 의 강도로 주3일, 일일 30분 운동을 한 그룹과 아무런 처치가 없는 대조군 그룹으로 나누었다. 5년 후 결과에서 대조군은 처치를 실시한 실험군에 비해 고혈압 발생률이 약2배(대조군 19.2%, 실험군 8.8%) 높게 나왔으며, 실험군의 75%는 신체활동의 증가를 보고 하였다. 이 연구에서 고혈압 발생에 대한 운동의 독립적 효과는 나타나지 않았으나 고혈압 고위험군에서 비 약물 효과가 있었음을 알 수 있다.

혈압이 정상이거나, 고혈압 고위험군의 대상자가 아닌 실제 고혈압 환자를 대상으로 Hagberg(Hagberg, 1990)는 1988년까지 25개의 임상연구를 리뷰 한 결과, 규칙적인 운동은 경미한 고혈압 환자에게서 수축기 혈압을 11mmHg, 이완기 혈압을 8mmHg 체중과는 독립적으로 낮추는 것으로 보고하였다. 운동에 의한 혈압의 감소 효과는 영양, 흡연과 같은 다른 비 약물 효과와 비교하여 같거나 더 높은 것으로 나타났다(Gordon, Scott, Wilkinson, Duncan, & Blair, 1990). Fagard(Fagard, 2001)은 40개 이상의 실험을 분석한 결과 운동은 고혈압환자의 수축기와 이완기 혈압을 각각 7,6mmHg 낮추었고, 정상인의 경우 수축기와 이완기 각각 3,3mmHg 낮추었다.

국내 연구의 경우 1990-1991년 정상인 2,543명을 6년간 추적 조사한 결과 남녀 모두 운동빈도에 따른 고혈압 발생에는 통계적 차이가 없었다. 국내의 경우 비만하거나 질환이 있는 사람은 건강한 사람에 비해 운동 실천률이 높고, 부모의 고혈압 유무와 같은 가족력이 고혈압 발생에 영향을 미치기 때문에(한국보건사회연구원, 2003) 연령, 비만도, 가족력과 같은 요인을 보정하지 낳은 상태에서는 이와 같이 국외 연구와 다른 결과가 나올 수 있다.

2) 체력과 당뇨병

2005년 국내 당뇨병 사망률은 인구 10만 명당 24.2명으로 1995년 17.2명에 비해 10년 사이 7.0명 증가하여 총 사망의 4.8% 및 국내 사망원인 5위에 해당된다(통계청, 2006). 2003년 보건복지부와 한국보건사회연구원의 연구에서는 공복혈당이 126mg/dl 이상을 당뇨병으로 진단할 경우 30세 이상 인구의 7.02%가 당뇨병으로 진단되었고, 공복 혈당 126mg/이 이상과 당뇨병 치료제 복용자를 당뇨병으로 구분할 경우에는 8.6%의 유병률을 보였다(한국보건사회연구원, 2003). 1990년에 조사된 연구의 결과에서는 약 6~9%의 당뇨병 유병률이 보고되었다(김영일, 1998; 박수경, 1996).

국내의 당뇨병 발생률은 지속적으로 증가하고 있으며 당뇨병 발생의 증가는 국내 뿐 아니라 전세계적으로 동일한 현상을 보인다. 이는 노인인구와 비만인구의 증가, 운동부족, 식생활의 변화, 사회적 환경의 변화, 생활 습관의 변화 등 산업화와 더불어 당뇨병을 발생시킬 수 있는 요소들이 지속적으로 증가 하고 있다는 이유를 들고 있다(Bennet 1990;Balkau et al., 1985).

국내외 당뇨병의 위험인자에 연구결과 나이, 고혈압, 남성, 비만, 중성지방, 간 기능 이상, 가족력, 도시화,, 신체활동 여부 등이 주요 위험인자로 알려졌다(손성국 등, 1976; 김영설 등, 1987; Park et al., 1995; 박수경과 김정순, 1996; 김영일 등, 1998;Bennett, 1990; Resenbloom et al., 1998). 또한 당뇨병에 따른 합병증도 심각한 문제로 대두되는데, 보건복지부(2005b)의 Health Plan 2010에서 당뇨병의 동반질환에 대한 보고를 보면, 2001년부터 2003년까지의 연구 자료들을 근거로 고혈압 동반율이 40~50%이고 고지혈증 동반율은 20~50%로 보고되었다. 당뇨병의 여러 위험 중 비만은 가장 잘 알려진 위험요인 중의 하나이며, 특히 내장 지방 증가는 복부비만의 주된 원인으로 알려져 있다.

당뇨병의 예방과 관리를 위한 운동 효과는 여러 역학연구 및 실험연구를 통해 보고되었다. 운동과 당뇨병에 관한 연구 중 8,7000명을 8년 동안 추적 조사한 Nurses'

Health Study 결과에서는 주당 1개 이상의 고강도 운동에 참여한 여성의 제2형 당뇨병 발생 위험비는 고강도 운동을 참여하지 않은 여성에 비해 1/3 수준으로 낮게 나타났다(Mason, 1991). 체질량지수를 보정한 후에도 상대위험비는 0.84로 고강도 운동에 참여한 그룹이 낮은 위험비를 보였으며 연령, 당뇨병 가족력을 보정 하여도 위험비는 낮게 나타났다.

당뇨병이 없는 정상인들 대상으로 한 스웨덴의 연구(Eriksson & Lidrarde, 1996)에서는 남성을 대상으로 6년간 추적 조사한 결과 새롭게 당뇨병이 발생한 116명은 당뇨가 발생하지 않은 대상자에 비해 체질량지수가 11% 높았고, 당뇨병 가족력이 많았고(미발생 18% vs 발생 31%), 신체활동과 최대산소 섭취량도 모두 16%정도 낮게 나타났다. 경구당부하 검사 결과 인슐린의 수준은 3배정도 높았다. 결론적으로 신체활동 수준과 체력의 수준은 제2형 당뇨병의 발생위험을 낮추는 중요한 요소임을 알 수 있었다.

국외의 경우는 실제 측정된 체력 데이터를 가지고 당뇨병 발병을 추적 조사한 코호트연구를 통해 체력의 수준과 당뇨병의 발생위험의 관계를 조사한 연구들이 다수 있음과 달리, 국내의 경우 체력이 측정된 코호트연구가 많지 않고, 횡단적인 연구로 운동실천률과 당뇨병 발생의 관계를 보았던 한국보건사회 연구원(2003)의 연구결과 운동실천률이 정상인에 비해 당뇨병 환자에게서 더 높게 나타났다(정상군 27.9% vs 당뇨군 34.9%). 또 주3회 이상 운동을 한다고 답한 경우에서도 당뇨군 86.4%와 정상군 74.7%의 결과가 나왔다. 이는 기존 외국의 연구결과와 매우 상이한 것으로 당뇨병 환자들이 치료의 목적으로 운동을 더 많이 하는 경향을 나타낸다고 할 수 있겠다. 횡단적 연구는 신체활동 수준 및 체력과 당뇨병과의 발생 인과관계를 나타내기 다소 어려움이 있는 방법이다, 국내에는 체력수준과 당뇨병 발생에 대한 역학 연구는 많지 않은 실정이다.

3) 체력과 고지혈증

국내 고지혈증 유병률에 대한 통계 중 2005년 국민건강보험공단 자료에서는 1차 검진에서 총 콜레스테롤 251mg/dl 이상인 사람만을 대상하여 2차 검진에서 고 중성지방(200mg/dl 이상)과 저 고밀도지단백-콜레스테롤(남 30mg/dl 미만, 여 35mg/dl 미만)을 검사하여 고지혈증을 진단한 결과, 검사인원 10,000당 71명의 고지혈증 유병률이 나타났다. 남자의 경우 10,000명당 78명, 여자의 경우 60명으로 남자가 더 높은 유병률을 보였다. 또한 55-59세 의 나이에서 114명으로 다른 연령대에 비해 가장 많이 높게 발생하였다. 하지만 이 결과들은 실제 고지혈증 약을 복용하는 경우나 고혈압이나 뇌졸중 치료를 위해 이미 복용하는 약이 혈중지질에 미치는 영향에 대해 고려되지 않은 결과이다. 따라서 실제 보다 매우 낮게 보고된 것으로 여길 수 있다. 미국의 경우 20~74세 백인의 약 20%가 총콜레스트롤 240mg/dl 이상의 고지혈증 환자로 나타났으며(American Heart Association, 2002), 고지혈증이 비만과 밀접한 관계가 있고, 국내에서도 인구의 30%정도가 비만임을 감안하면 실제 고지혈증 유병률도 이와 비슷한 양상으로 높을 것으로 생각된다.

영양관리와 운동은 고지혈증의 예방과 치료에 매우 효과적인 방법으로 알려져 있다. 다수의 역학연구와 실험연구는 고지혈증에 대한 운동의 효과를 증명한다. 30~64세의 건강한 비 흡연 남자 3,000명을 대상으로 한 연구에서는 주당 실시한 달리기의 거리가 증가 할수록 고밀도지단백-콜레스테롤은 증가하였으며 체질량지수와 알코올 섭취량을 보정한 후에도 동일한 결과를 보였다. 저밀도지단백-콜레스테롤과 중성지방은 주당 달리기 거리, 주당 운동빈도, 1회 운동시간과 역 상관관계를 나타냈다(Kokkinos et al., 1995).

평균연령 40세의 직장 남성 8,500명을 대상으로 실험한 연구에서 흡연, 음주, 체질량지수, 연령, 신체활동 유형을 보정한 후 주당 4-7시간 근력 운동에 참가하는 사람이 근력운동을 하지 않는 사람에 비해서 고지혈증의 비교위험비(odds ratio)가

절반으로 나타났다(Tucker & Silvester, 1996). 그러나 1,193명의 여성과 5,460명의 남성을 대상으로 근력과 혈청지질의 관계를 살펴본 Kohl 등(1992)의 연구에서는 나이, 체질량지수, 심폐능력을 보정한 후 근력과 총 콜레스테롤 또는 LDL-콜레스테롤과는 남녀 모두에서 상관이 없는 것으로 나타났다.

Leon 과 Sanchez(2001)는 운동의 처치가 최소 12주 이상이고, 중-고강도의 운동, 대부분이 건강한 사람을 대상으로 실시한 1987년까지 발표된 51편의 연구의 리뷰결과, 운동처치 후 HDL-콜레스테롤은 약 5% 증가하였고, LDL-콜레스테롤과 중성지방은 각각 5%와 4%정도 감소하는 것으로 나타났고, 총 콜레스테롤은 크게 변화가 없었다. 이러한 연구의 결과는 연령, 주당운동 소비량과는 독립적이었다. 31개의 임상 실험 결과를 분석한 Halbert 등(1999)의 연구는 1,800명을 대상으로 4주 이상 유산소운동 이나 근력운동을 처치하고 혈중 지질의 변화를 살펴본 결과, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방에서 모두 약 3.8mg/dl 정도 감소하였으며, HDL-콜레스테롤은 1.9mg/dl 증가한 것으로 보고 되었다. 그러나 주 3일 이상의 운동이 더 효과적으로 나타나지는 않았다. 대부분의 연구들이 운동이 혈중 지질 개선에 도움이 된다고 밝히고 있으며 여자 보다는 남자를 대상으로 하는 경우가 많았는데 여자의 경우 에스트로겐이 지질 대사에 영향을 미치기 때문이다(Dishman et al., 2004). 폐경 이전의 여성의 경우에는 생리주기에 따른 여성호르몬의 변화를 고려 해야 한다(Lindheim et al., 1994). Kokkino 등(1998)은 35- 76세의 고혈압이 있는 흑인 남성 36명을 대상으로 최대 심박수의 60~80% 강도로 16주 동안 주3회 자전거 운동을 실시한 결과, 최대 심박수의 75% 이상의 고강도 운동을 실시한 남성에게서 HDL-콜레스테롤이 10% 증가 하여 고혈압환자의 경우 중강도 보다 조금 더 높은 고강도의 운동이 혈중 지질개선에 효과적이다 하였다.

Katzmarzyk 등(2001)은 유산소운동의 혈중 지질 개선 효과를 심폐능력, 에너지 소비량, 또는 체중의 변화와 비교하여 분석 하였다. 대상자는 연령이 17-65세인 남자 295명,

여자 355명으로, 20주간의 자전거 타기를 실시하였다. 연구결과 심폐지구력은 17.5% 증가하였고, 체지방량은 3.3% 감소하였다. 체력의 증가를 혈중 지질의 변화와 비교한 결과 운동에 의한 혈중지질의 변화는 심폐능력과는 상관 없었으나 에너지 소비량 및 지방 감소와는 상관이 있는 것으로 나타났다.

4) 체력과 비만

일반적으로 비만의 진단기준은 신장과 체중 값을 사용한 체질량지수(Body Mass Index, BMI)를 사용하며, 대한비만학회(2003)의 기준에 따라 한국인은 23kg/m^2 이상을 과체중, 25kg/m^2 이상을 비만으로 정의하며, 아시아 지역에서 실시된 연구들이 이를 지지 하고 있다(문옥륜 등, 1999;Ko et al., 1999).

보건복지부와 한국보건사회연구원(2003)의 연구에서 체질량지수 25kg/m^2 이상의 남자의 경우 1998년 25.1%에서 2001년 32.6%로 7.5% 증가되었고 여자의 경우 1998년 28.1%에서 2001년 29.4%로 1.3% 증가 하였다. 또한 1992년 비만에 해당하는 체질량지수 25kg/m^2 이상 인구비율이 23.3%에서 2000년에는 35.9%로 1992년 대비 54% 증가 하였다(국민건강보험공단, 2005a). 특히 같은 기간 동안 20대의 비만인구는 4배 증가하여 20대의 체중증가가 급격히 증가했음을 알 수 있다. 좌식생활이 늘어난 생활양식으로 신체활동의 기회가 더 줄어든 것으로 추정되며, 최근 20~30대의 젊은 층에게 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 심장질환과 같은 비만관련 질병이 증가하는 추세와 관계가 있는 것으로 보인다.

비만은 다양한 질병을 유발하여 결과적으로 사망률을 증가시키고, 이러한 합병증의 발생률과 사망률의 증가는 체질량지수 증가에 비례한다(Jee et al., 2006).

비만은 고혈압의 원인이 되며 비만과 고혈압모두 심장 기능에 영향을 미친다. 고혈압이 진행되면 심장의 부담이 증가하며, 비만과 고혈압이 동시에 작용하면 심부전의 위험이 높아진다(Alpert & Hashimi, 1993).

비만과 고지혈증 발생의 상대위험 연구에서는 저체중 남자가 1.10인데 비해 여자는 0.62로 상반된 결과를 보이나 과체중으로 부터 비만으로 진행되는 동안 남녀 모두 고지혈증 발생의 위험비가 증가되는 양상을 보이고, 남녀 간의 비교에서 고혈압과 같이 남자에서 더 높은 것을 볼 수 있다(Ferrannini et al., 1991).

제2형 당뇨병은 모든 성별과 인종에서 비만과 강력한 연관성을 나타낸다. 비만의 정도와 기간에 비례하여 제2형 당뇨병의 위험이 증가하며, 특히 복부비만에서 현저하다. 공복혈당 126mg/dl 이상의 대상자로 진행된 연구결과 비만으로 진행되며 남녀모두 제2형 당뇨병의 발생 위험비가 증가되며, 체 질량지수에 의한 분석에서는 비만1단계까지 남녀가 비슷하나 비만2단계 이후 남자가 여자에 비해 더 높은 비교위험비를 나타냈다(Chan et al., 1994).

운동과 비만에 관한 다수의 코호트 연구들은 운동이 비만 개선에 효과적임을 밝히고 있다. 2년에서 10년 동안 추적 관찰한 11개의 전향적 코호트 연구와 개의 횡단연구 분석에서 신체활동 또는 심폐 체력은 체중증가를 줄이는 것으로 나타났다(Dipietro, 1999). 핀란드 연구의 경우 12,699명의 성인을 5년간 추적한 결과, 교육수준이 낮고, 여가시간 신체활동 시간이 적고, 만성질환과 알코올섭취가 많은 대상자들이 5kg 이상 체중이 증가 하였다(Rissann et al., 1991).

이상과 같이 비만(특히 복부비만)은 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 같은 만성질환의 원인이며 많은 실험연구와 역학연구는 운동을 통한 체력의 향상이 비만을 예방하고 치료 할 수 있다고 밝히고 있다.

5) 체력과 대사증후군

아프리카 학령기 농촌 청소년(7세-15세) 209명의 심폐지구력을 1-마일 달리기로 검사한 후 대사증후군 유병률과의 관계를 본 연구에서는 심폐지구력 가장 높은 그룹이 가장 낮은 그룹에 비해 대사증후군의 유병률이 2% 이하로 나타났다((Dos Santos et al., 2012). 성인 1019명을 대상으로 등속성 장비를 통한 하지근력과, 자전거 에르고미터로 최대 산소섭취량을 측정한 벨기에의 횡단연구의 결과 , 나이, 신장, 교육수준, 흡연과 식이를 보정한 후 근력 및 심폐지구력 모두 대사증후군 유병률과 역 상관관계가 나타났다(Wijndaele et al., 2007).

35세~81세의 남성 1195명의 악력을 측정하여 4분위로 나누고 가장 악력이 높은 그룹과 하위 그룹들과의 비교로 대사증후군 유병률을 본 미국의 연구에서는 악력이 가장 낮은 그룹은 OR=2.15(1.14-4.04), 두 번째로 낮은 그룹은 OR=1.91(1.02-3.60), 세 번째로 낮은 그룹 OR=1.28(0.76-2.45)로 보고되었다(Atlantis et al., 2009). 이 결과로 상지 근력이 대사증후군의 유병률과 중요한 연관이 있음을 알 수 있다. 근력과 대사증후군 유병률과의 관계를 본 또 다른 연구에는 8,570명의 성인(20세~75세)을 대상으로 레그프레스와 벤치프레스의 1RM 검사를 통해 최대근력을 측정하고, 트레드밀 검사로 심폐지구력을 측정하여 대사증후군 유병률과의 연관성을 보았다. 근력의 세기에 따라 4분위(Q1, Q2, Q3, Q4)로 가장 근력이 낮은 Q1의 경우 대사증후군의 유병률은 24.1% 였다. 같은 방법으로 Q2=16.3%, Q=12.0%, Q4=9.2%로 나타나 근력이 높을수록 대사증후군의 유병률이 낮아지는 것을 보았다(Jurca et al., 2004). 국내의 경우 심폐체력 및 근력과 대사증후군 유병률과의 횡단 연구가 있다. 평균 44세의 남성 1,097명을 대상으로 트레드밀검사 및 근력검사를 통하여 흡연을 보정한 결과 대사증후군의 유병률(Odds Ratio)은 심폐체력이 높고 근력이 낮은 경우 0.52(0.26-1.05), 근력이 약하고 심폐체력이 높은 경우 0.39(0.24-0.65), 그리고 근력과 심폐체력 모두 좋은 경우

0.28(0.17-0.46)으로 나타나 근력과 심폐 체력이 모두 높은 경우 대사증후군의 유병률이 낮은 것으로 보고되었다(J. Kim, Lee, Jung, Kim, & Cho, 2011).

6) 영양소 섭취와 대사증후군

국민건강영양조사를 바탕으로 1,928명의 남자와 3,103명의 여성을 대상으로 횡단적인 연구를 한 이창진(2012)의 연구에 의하면 우유등 유제품의 식이섭취는 대사증후군의 위험을 줄일 수 있다고 보고하였다. 우유의 섭취가 많은 대상자는 우유의 섭취가 적은 대상자에 비해 대사증후군 유병률 Odds Ratio가 OR=0.69 CI(0.59-090)으로 나타났으며, 복부비만의 경우 OR=0.73 CI(0.62-0.91), 고중성지질형증 OR=0.73 CI(0.59-0.92)로 나타났다. 우유는 칼슘섭취를 할수 있는 대표적인 식품으로 우유를 통한 칼슘의 섭취가 대사증후군의 유병률을 낮추었다고 생각해볼 수 있다(이창진, 2012). 또한 식이섭취빈도조사를 통해 조사한 칼슘섭취의 수준이 대사증후군관 관련이 있다고 보고한 선행연구에서는 8031명의 대상자들의 칼슘섭취와 대사증후군의 유병률을 횡단조사한 결과 남자에게서 칼슘의 섭취가 높을수록 대사증후군의 위험률이 감소하는 Does-response의 효과를 p-trend=0.03에서 검증 하였으며, 여자의 경우 p-trend=0.0002에서 검증하였다((K. Kim, Yang, Kim, & Kim, 2012).

III. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 Y지역 코호트연구 참여자를 대상으로 실시하였으며 코호트연구는 처음 참여하게 되는 '기반조사(Base line)'와 이후 2년의 간격으로 정기적으로 실시되는 '추적조사(Follow-up)'로 구분되어졌다. 연구의 대상자들은 이러한 기반조사와 추적조사에 참여한 대상자들로 남자 1017명, 여자 1616명으로 총 2633명의 인원을 대사당으로 연구를 실시하였다.

2. 측정도구 및 방법

1) 인구학적 변인 및 병력

설문지 형식과 1:1 개인 조사법을 사용하여 연령, 성별, 직업 등의 인구학적 변인과 암, 심혈관계 질환을 비롯한 각종 만성질환의 병력 등을 조사하였다.

2) 식품섭취 빈도조사 및 영양소 섭취량 조사

식품섭취 빈도 조사법이란 식품의 목록을 작성하여 대상자에게 제시하고 기준기간(reference period)에 섭취한 평균빈도를 목록식품별로 표시하도록 하는 방법이다. 조사로 인한 대상자의 식이 섭취 내용이 변화할 우려가 없고, 일정기간의 대상자의 일상적 섭취상태를 파악할 수 있는 장점이 있다. 제한된 식품목록으로 인해 짧은 시간 내에 응답이 가능하고 훈련된 조사가 없

이 실시할 수 있다. 조사비용이 적게 들며 우편 등을 통하여 자가 기록법으로 조사가 가능하여 대규모 역학연구에서 가장 많이 사용되어지는 방법이다(Jain, Harrison, Howe, & Miller, 1982). 식품섭취빈도조사를 통해 얻어진 결과를 사용하여 총섭취열량을 비롯한 각종 영양소의 섭취량을 산출하였다. 영양소 섭취 분석결과 총 2633명의 인원 중 총열량 섭취가 500kcal 이하 이거나, 4000kcal 이상으로 나타난 14명의 경우 측정 오류로 판단하여 연구대상에서 제외 하였다. 따라서 식품섭취 빈도 조사를 통한 영양소 섭취 분석은 총 2619명의 자료만을 사용하였다.

3) 임상검사

혈압측정은 측정 전 1시간 이내에 격렬한 활동, 음식물 섭취, 음주, 흡연, 카페인 함류 음료섭취여부, 혈압에 영향을 줄 수 있는 약 복용 여부를 확인하고 소변이 마려운지도 물어보아 이상이 있는 경우 혈압 측정을 하지 않았다. 피검사자는 의자에 앉은 상태에서 손바닥을 위로 향하도록 책상 위에 놓게 하여 전완와(anticubital fossa)가 심장 높이가 되도록 하고 측정자와의 거리는 1m 이내로 하였다. 수은혈압계(Baumanometer 300mmHg Sphymomanometer)를 이용하여 안정시 수축기와 이완기 혈압 그리고 안정시 심박수를 측정하였다. 8시간 금식 후 공복상태에서 채혈하여 혈중 혈당, HDL-콜레스테롤, 중성지질 등의 농도를 측정하였다.

4) 신체계측

신장은 신장계를 이용하여 0.1cm 단위로 측정하며. 체중은 전자체중계를 이용하여 0.01kg 단위까지 측정하였다. 복부둘레는 얇은 검사용 가운이나 티셔츠, 속옷 등만을 입은 채로 얇은 옷 한겹 위에 줄자를 사용하여 측정하였으며 장골능(iliac crest)과 늑골의

아래쪽 끝을 연결한 선의 가운데에서 측정하되 줄자가 흘러내리지 않고 수평 상태에서 손가락 하나가 들어갈 정도로 팽팽함을 유지하였다. 결과는 cm 단위로 소수 한자리 까지 기록하였다.

5) 건강체력검사

a. 심폐체력 검사(Cardio-respiratory fitness)

심폐체력검사는 YMCA 스텝박스검사를 이용하여 측정하였다. 30.5cm 의 스텝박스를 분당 96회의 속도로 3분간 계단을 오르고 내리게 한 후, 의자에 앉아 편안한 자세에서 계단 오르기를 끝낸 5초 후부터 90초 동안 요골동맥에서의 심박수를 측정한다. 스텝테스트의 타당도는 남자 r=-.611, 여자 r=-.646 으로 확인되었다(Lee on., 2008)

b. 악력(Hand grip strength)

악력은 전완을 구성하는 근육들의 정적 근력을 평가하는 지표로 전자악력계(TKK 5401, Japan)을 사용하였다. 피험자는 양 발을 어깨너비만큼 벌리고 양팔을 자연스럽게 내린 상태에서 측정하는 팔을 약 15도 정도 벌리고, 두 번째 손가락 제2관절에 손잡이를 걸고 악력계의 손잡이를 힘껏 잡는 동작으로 측정하였다. 좌우 2번씩 교대로 측정하여 평균값을 사용하였다.

c. 각근력 검사

각 근력은 하지 근력의 대표적 근력으로 대퇴 사두근의 동적 근력을 측정하는 방법을 통하여 측정하였다. 전자 각근력계(TKK-5402) 를 사용하며, 피험자는 각근력계에 앉아 양다리를 측정 팔에 걸고 약 120도 의 슬 관절 내각에서 최대의 근력을 측정하게 된다. 측정값은 kg 단위로 생성되며 최소 20kg 값부터 측정이 가능하다.

6) 대사증후군 진단

진단기준은(NCEP ATP panel III, 2001) 공복혈당 100mg/dl 이상 및 당뇨병약 복용, 중성지방 150mg/dl 이상 및 고지혈증 약물복용, HDL-콜레스테롤 남성 40mg/dl 미만 여성 50mg/dl 미만, 혈압 130/85mmHg 이상, 복부둘레(대한비만학회 권고지침) 남자 90cm 이상 여자 85cm 이상으로 이용하였다(Table 3). 5가지의 항목 중 3가지 이상 해당되었을 경우 대사증후군으로 진단하였다.

Table 3. 대사증후군의 진단기준

	설문조사 항목	임상검사 결과
고혈당	고혈압진단, 고혈압 약물복용	공복 혈당 100mg/dl 이상
고지혈증	고지혈증 진단 고지혈증 약물복용	공복시 중성지방 150mg/dl 이상
저-HDL		공복 HDL-콜레스테롤 남성 40mg/dl 미만 여성 50mg/dl 미만
복부비만		남자 90cm 이상 여자 85cm 이상
고혈압		수축기 135mmHg 이상 이완기 90mmHg 이상

4) 대사증후군발생 혼란변인

대사증후군의 발생은 남녀에 따라 다르게 나타나며 연령이 증가할수록 발생위험이 높아진다. 또한 흡연과 음주와 같은 생활습관도 발생의 위험을 높이며, 식이를 통한 칼슘의 섭취수준도 대사증후군 발생과 관련이 있다. 따라서 본 연구에서는 대사증후군의 발생에 영향이 있는

혼란변인으로 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무 및 식이를 통한 칼슘섭취를 사용하였다

3. 추적조사(Follow-Up)

추적조사는 기반조사(baseline)결과 대사증후군으로 진단받지 않은 대상자들로 설정하였으며 기반조사(base line)에서 측정된 항목은 혈압, 공복혈당, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총 중성지질, 신체계측이 동일하게 포함되었다. 기반조사시 체력수준과 대사증후군과의 유병에 대하여 횡단적으로 조사하였으며, 대사증후군 비유병자들을 대상으로 한 추적조사에서는 체력수준과 대사증후군 발병과의 관계를 종단적인 연구방법으로 조사하였다(Figure 1).

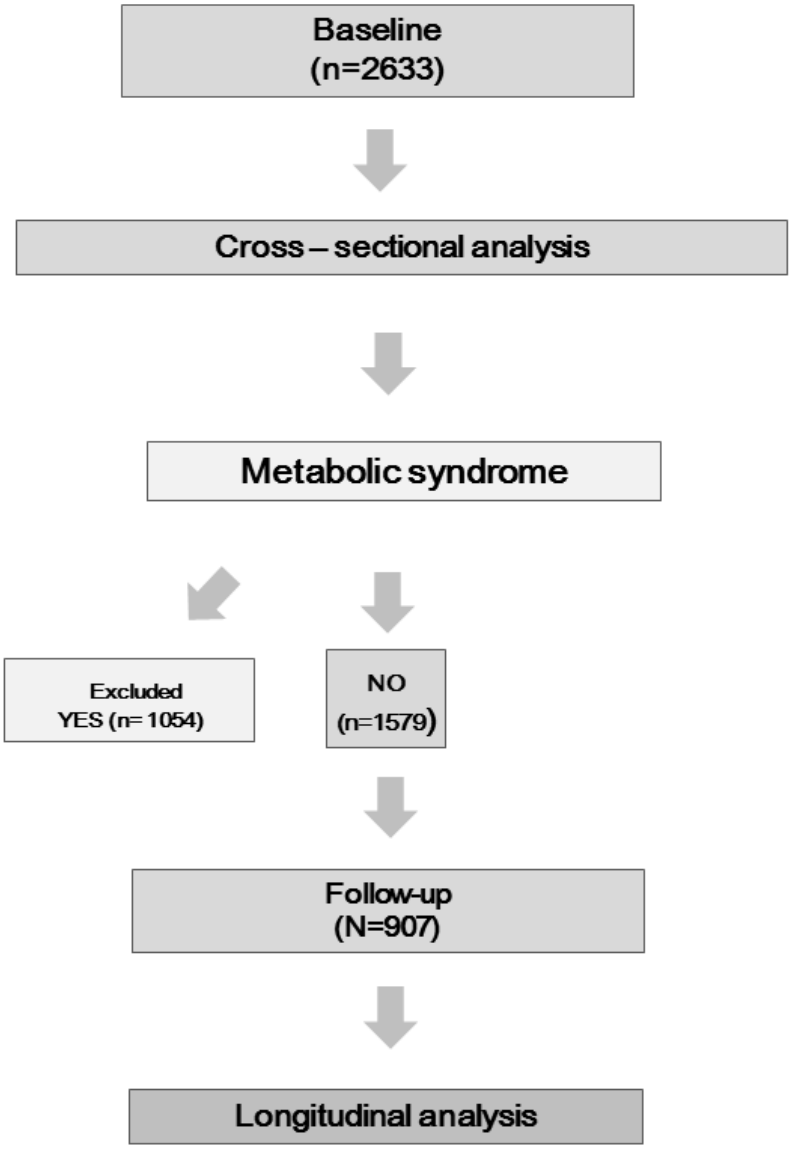

Figure 1. 연구 진행 및 연구대상인원 선별

4. 통계 분석

본 연구 대상자들의 체력수준에 따른 대사증후군발생을 알아보기 위해 기술통계를 사용하여 대상자들의 신체적 특성 및 대사증후군 요소의 발생빈도를 구하였다.

기반조사를 이용한 횡단적연구에서는 체력의 수준이 반복조사시의 대사증후군 유병에 주는 영향을 알아보기 위해 종속변수로는 대사증후군의 지표가 되는 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 복부비만, 저-HDL 이 되고 독립변인으로는 체력의 수준을 악력, 각근력, YMCA step-test 의 자료를 바탕으로 각각의 항목별 수준에 따라 4분위로 설정하였으며. 체력수준과 대사증후군의 유병과의 관계를 Multiple Logistic 분석을 이용한95% 신뢰구간에서 Odds Ratio 를 구하여 알아보았다. 또한 체력의 수준과 대사증후군의 발생 및 대사증후군 위험인자의 발생을 검증하기 위한 종단적 연구에서는 COX-proportional hazards model을 사용하여 95% 신뢰구간에서 Hazard Ratio 를 구하였다. 추적조사 중도절단인원들의 경우 person-years의 설정을 추적조사에 성공한 대상자들의 person-years 평균의 절반값으로 person-years의 결측값을 대신하여 사용하였고, 사건발생(대사증후군발생)이 없는 것으로 설정하였다. 모든 통계는 STATA ver. SE12(STATA Corp. TX, USA)를 이용하였다.

IV. 연구결과

1. 대상자들의 특성

본 연구의 최종 분석은 남자 1017 명, 여자 1616 명으로 총 2633 명을 대상으로 실시하였다. 기반(baseline)조사를 통해 얻어진 대상자들의 신체계측, 임상검사 및 체력검사의 결과는 다음과 같다. 대상자들의 평균연령은 61.51±10.22 세 이고 평균신장은 157.67±8.57cm, 평균 체중은 60.73±10.05kg, 평균 체질량지수(BMI)는 24.38±3.21kg/m^2 로 나타났다. 임상검사결과 평균 공복혈당은 102.97±21.86mg/dl, 중성지질은 평균 149.33±100.64mg/dl, HDL 의 평균은 42.73±11.01mg/dl, 혈압의 경우 수축기는 평균 121.80±33.38mmHg, 이완기는 평균 75.17±32.75mmHg 로 나타났으며 복부둘레는 평균 85.84±44.58cm 로 나타났다. 임상검사를 토대로 측정된 대사증후군 유병인원은 총 1054 명으로 40.0%를 나타냈다. 체력검사 결과 악력의 경우 평균 27.12±8.49kg, 각근력은 평균 52.95±21.79kg, YMCA-step test 검사를 통한 회복기 심박수는 평균 100.31±15.27beat/min 으로 나타났다(Table 4).

Table 4. 연구 대상자들의 특성

	Male(n=1017)	Female(n=1616)	Total(n=2633)
Age(years old)	62.80 ± 9.83	60.70 ± 10.38	61.51±10.22
Height(cm)	165.21 ± 6.36	152.92 ± 5.99	157.67±8.57
Weight(kg)	65.26 ± 10.43	57.87 ± 8.66	60.73±10.05
BMI(kg/m^2)	23.83 ± 3.06	24.72 ± 3.26	24.38±3.21
FBS(mg/dl)	105.9 ± 23.28	101.13 ± 20.71	102.97±21.86
Triglyceride(mg/dl)	162.25 ± 124. 80	141.2 ± 80.86	149.33±100.64
HDL(mg/dl)	41.18 ± 10.95	43.71 ± 10.93	42.73±11.01
SBP(mmHg)	122.40 ± 31.23	121.42 ± 34.68	121.80±33.38
DBP(mmHg)	77.35 c 30.72	75.96 ± 34.03	75.17±32.75
Waist(cm)	86.51 ± 29.92	85.43 ± 51	85.84±44.58
Metabolic Syndrome	N=373(36.6%)	N=681(42.1%)	N=1054(40.0%)
− Physical Fitness −			
Grip-strength(kg)	34.73 ± 7.50	22.44 ± 4.91	27.12±8.49
Grip-strength/bw(kg)	0.53±0.99	0.39±0.85	0.47±0.11
Leg-Power(kg)	69.15 ± 22.25	42.41 ± 13.40	52.95±21.79
Leg-Power/bw(kg)	1.05±0.29	0.73±0.22	0.86±0.29
YMCA-step test[1)]	95.83 ± 14.81	103.88 ± 14.68	100.31±15.27

1) YMCA−step test : resting heart rate after 3−minute box step test (beat/min)

2. 체력과 대사증후군 유병

기반조사의 임상검사 및 체력측정 결과를 토대로 악력, 각근력, 심폐체력의 수준과 대사증후군 유병의 관계를 알아보았다. 측정된 체력은 악력과 각근력은 체중으로 나누어 체중당 악력 값을 사용하였고 이것을 4 분위로 나누어 체력의 수준이 가장 낮은 그룹에서 높은 순으로 각각 Q1, Q2, Q3, Q4 로 설정하였다. 체력수준에 따른 대사증후군 유병은 보정을 하지 않은 model1 과 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무를 보정한 model 2, 그리고 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무 및 식품섭취 빈도 조사를 통해 계산된 칼슘섭취를 보정하여 model3 로 나타냈다.

체중당 악력과 대사증후군의 유병은 체중당 악력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 혼란변수를 보정 하지 않은 model 1의 Odd ratio 가 Q2 에서 OR=0.55 CI(0.42-0.73), Q3에서 OR=0.31 CI(0.24-0.42), Q4에서 OR=0.28 CI(0.21-0.38)로 나타났고 변수를 보정한 model1 의 경우 Q1을 기준으로 Q2 에서 OR=0.23 CI(0.16-0.32), Q3에서 OR=0.23 CI(0.16-0.32) Q4 에서 OR=0.16 CI(0.10-0.24)로 나타났다. Calcium 섭취를 보정한 model3 경우 Q1을 기준으로 Q2 에서 OR=0.23 CI(0.16-0.33), Q3 에서 OR=0.23 CI(0.16-0.33), Q4 에서 OR=0.17 CI(0.10-0.25)로 나타났다(Table 5).

Table 5. 체중당 악력수준과 대사증후군 유병

	Odds Ratio 95%(CI)	Odds Ratio 95%(CI)	Odds Ratio 95%(CI)
	Model 1	Model 2	Model 3
Grip-strength			
Q1	1	1	1
Q2	0.55(0.42-0.73)	0.53(0.39-0.71)	0.53(0.39-0.72)
Q3	0.31(0.24-0.42)	0.23(0.16-0.32)	0.23(0.16-0.33)
Q4	0.28(0.21-0.38)	0.16(0.10-0.24)	0.17(0.10-0.25)
p-trend	<0.0001	<0.0001	<0.0003

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

체중당 각근력과 대사증후군의 유병은 체중당 각근력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 혼란변수를 보정 하지 않은 model 1의 Odd ratio 가 Q2에서 OR=0.72 CI(0.57-0.90), Q3 에서 OR=0.44 CI(0.35-0.56), Q4 에서 OR=0.42 CI(0.33-0.53)로 나타났고 변수를 보정한 model 2의 경우 Q1 을 기준으로 Q2에서 OR=0.75 CI(0.59-0.95) , Q3에서 OR=0.48 CI(0.37-0.62) Q4에서 OR=0.43 CI(0.32-0.58)로 나타났다. Calcium 섭취를 보정한 model 3의 경우 Q1 을 기준으로 Q2 에서 OR=0.74 CI(0.58-0.94), Q3에서 OR=0.47 CI(0.36-0.62), Q4 에서 OR=0.42 CI(0.31-0.57)로 나타났다(Table 6).

Table 6. 체중당 각근력 수준과 대사증후군 유병

	Odds Ratio 95%(CI)	Odds Ratio 95%(CI)	Odds Ratio 95%(CI)
	Model1	Model 2	Model 3
Leg-Power			
Q1	1	1	1
Q2	0.72(0.57-0.90)	0.75(0.59-0.95)	0.74(0.58-0.94)
Q3	0.44(0.35-0.56)	0.48(0.37-0.62)	0.47(0.36-0.62)
Q4	0.42(0.33-0.53)	0.43(0.32-0.58)	0.42(0.31-0.57)
p-trend	<0.0001	<0.0001	<0.0002

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

YMCA step-test 검사를 이용한 심폐체력과 대사증후군의 유병은 심폐체력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 혼란변수를 보정 하지 않은 model 1의 Odd ratio 가 Q2에서 OR=0.68 CI(0.51-0.90), Q3에서 OR=0.72 CI(0.54-0.96), Q4에서 OR=0.53 CI(0.39-0.71) 나타났고 변수를 보정한 model2 의 경우 Q1을 기준으로 Q2에서 OR=0.66 CI(0.49- 0.90), Q3에서 OR=0.71 CI(0.52-0.98), Q4에서 OR=0.47 CI(0.34-0.65)로 나타났다. Calcium 섭취를 보정한 model 3경우 Q1을 기준으로 Q2에서 OR=0.66 CI(0.49-0.90), Q3에서 OR=0.70 CI(0.51-0.97), Q4에서 OR=0.46 CI(0.33-0.64)로 나타났다(Table 7).

Table 7. 심폐체력 수준과 대사증후군 유병

	Odds Ratio 95%(CI)	Odds Ratio 95%(CI)	Odds Ratio 95%(CI)
	Model1	Model 2	Model 3
YMCA-step test			
Q1	1	1	1
Q2	0.68(0.51-0.90)	0.66(0.49-0.90)	0.66(0.49-0.90)
Q3	0.72(0.54-0.96)	0.71(0.52-0.98)	0.70(0.51-0.97)
Q4	0.53(0.39-0.71)	0.47(0.34-0.65)	0.46(0.33-0.64)
p-trend	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

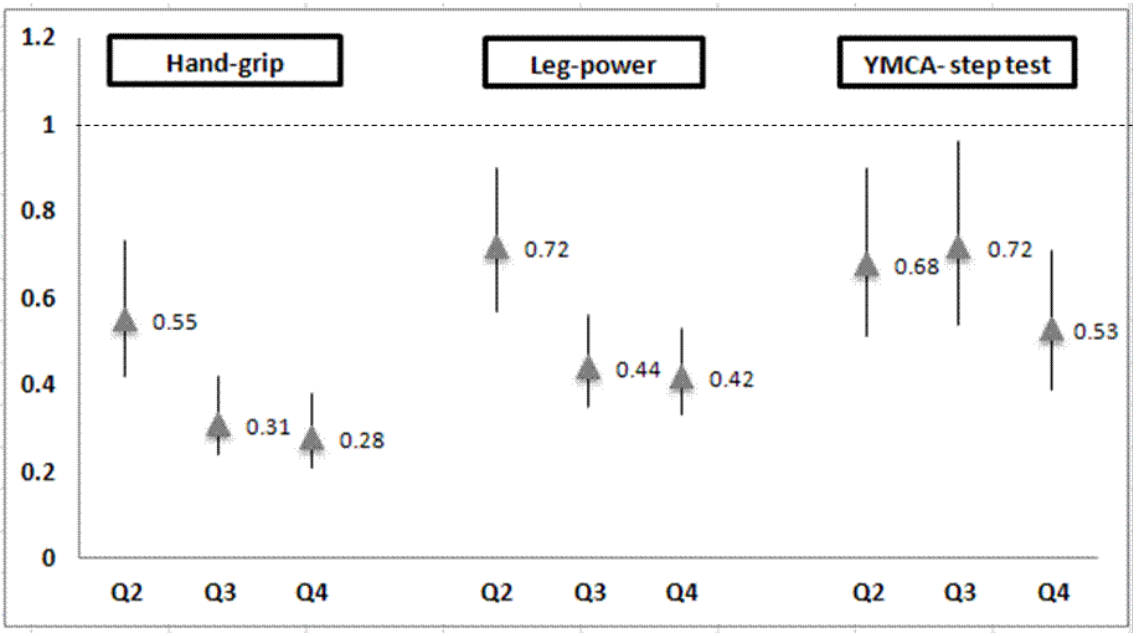

Figure 2. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 유병 Model 1

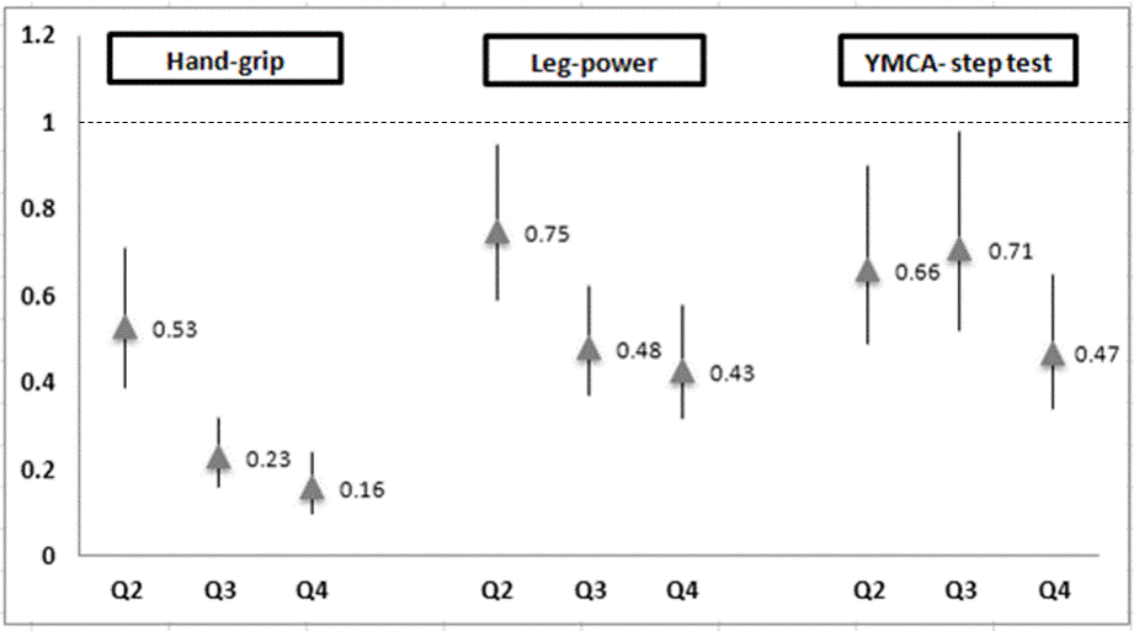

Figure 3. 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 유병 Model 2

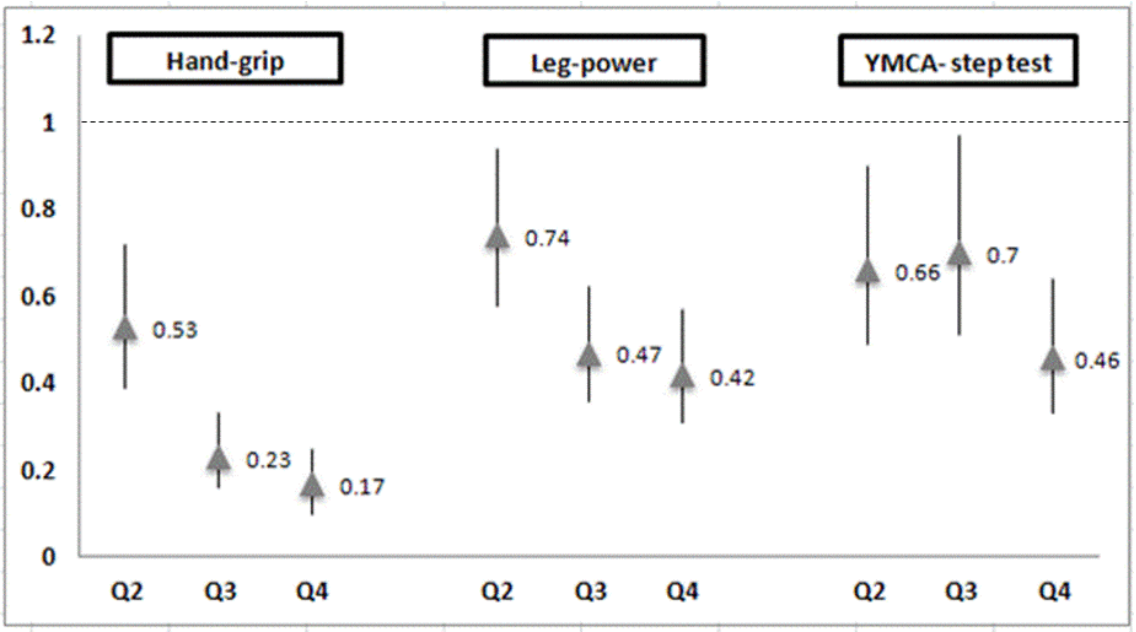

Figure 4 . 악력, 각근력 및 심폐체력과 대사증후군 유병 Model 3

3. 추적 조사 결과

1) 대상자들의 특성

기반조사에서 대사증후군이 나타나지 않는 1597 명 중 907 명의 인원이 추적되었고 평균 추적시간은 769.53±304 days 이며, 672 명의 대상자들이 중도절단 되어 추적에 실패 하였다. 추적조사 결과는 다음과 같다(Table 8).

평균연령은 62.85±10.17세 이며, 평균신장은 157.40±8.32cm, 평균 체중은 58.57 ±9.21kg, 평균 BMI는 23.59±2.89kg/m2 로 나타났으며, 공복혈당은 평균 99.00±17.31mg/dl , 중성지질은 평균 128.90±77.03mg/dl , HDL의 평균은 49.14±13.1mg/dl로 나타났다.

혈압의 경우 수축기에서 117.35±14.03mmHg, 이완기 혈압은 평균 71.76±8.75mmHg, 복부 둘레는 남녀 평균 81.45±8.36cm 로 나타났다.

Table 8. 추적조사 대상자들의 특성

	Male(n=349)	Female(n=558)	Total(n=907)
Age(years old)	66.02±9.38	60.86±10.15	62.85±10.17
Height(cm)	164.33±6.35	153.07±6.21	157.40±8.32
Weight(kg)	62.50±9.65	56.11±8.01	58.57±9.21
BMI(kg/m^2)	23.08±2.86	23.91±2.87	23.59±2.89
FBS(mg/dl)	103.04±20.91	96.48±14.06	99.00±17.31
TG(mg/dl)	133.81±100.93	125.83±57.11	128.90±77.03
HDL(mg/dl	46.86±12.65	50.56±13.24	49.14±13.1
SBP(mmHg)	119.15±13.48	116.23±14.26	117.35±14.03
DBP(mmHg)	72.75±9.04	71.14±8.51	71.76±8.75
Waist-circumference(cm)	82.75±8.56	80.64±8.14	81.45±8.36

FBS(fasting blood sugar), TG(triglyceride), HDL(high density lipoprotein), SBP(systolic blood pressure), DBP(diastolic blood pressure)

2) 대사증후군 위험요소 발생 및 대사증후군 발생

관찰 종료시점인 추적 조사 임상검사 결과를 토대로 추적기간 동안 발생된 당뇨, 고지혈증, 저-HDL, 고혈압 및 복부비만의 인원은 다음과 같다(Table 9). 당뇨의 경우 16.4% (남자 20.5%, 여자 14.1%), 고지혈증은 19.2%(남자 15.1%, 여자 21.8%), 복부비만은 16.9%(남자 10.0%, 여자 21.3%), 저-HDL 혈증은 11.1%(남자 13.4%, 여자 9.6%)로 나타났으며,

고혈압은 13.7%(남자 14.3%, 여자 13.4%) 그리고 대사증후군은 12.6%로 남자에서 11.1%, 여자에서 13.5%로 발생 하였다. 남자의 경우 여자에 비해 당뇨, 저-HDL, 고혈압의 발생 비율이 높으며, 여자의 경우 남자에 비해 고지혈증, 복부비만 및 대사증후군의 발생 비율이 높은 것으로 나타났다.

Table 9. 대사증후군 위험인자 발생률 및 대사증후군 발생률

	Male(n=349)	Female(n=558)	Total(n=907)
Diabetes	70(20.0%)	79(14.1%)	149(16.4%)
Hypertriglyceridemia	53(15.1%)	122(21.8%)	175(19.2%)
Central obesity	35(10.0%)	119(21.3%)	154(16.9%)
Low-HDL	47(13.4%)	54(9.6%)	101(11.1%)
Hypertension	50(14.3%)	75(13.4%)	125(13.7%)
Metabolic syndrome	63(11.1%)	126(13.5%)	189(12.6%)

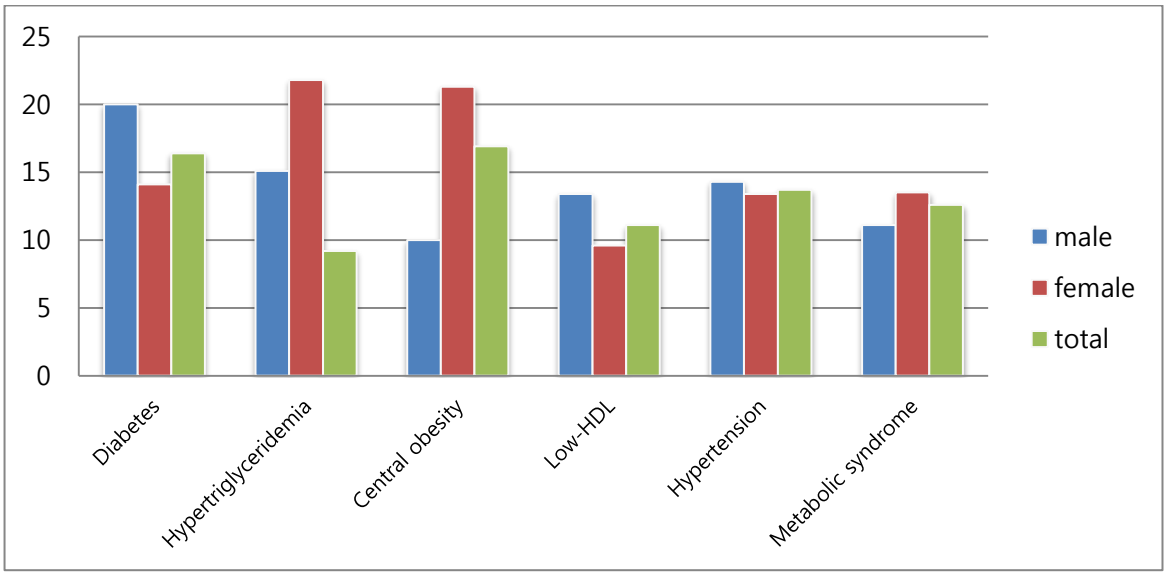

Figure 5. 대사증후군 위험인자 발생과 대사증후군 발생

3) 체력의 수준과 대사증후군 발생의 상대 위험비(hazard Ratio)

COX 비례 위험비 방법을 이용한 체력수준과 대사증후군 발생의 상대위험비는 다음과 같다.

악력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비는 혼란변수를 보정하지 않은 model 1 에서 체중당 악력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 Q2에서 HR=0.56 CI(0.36-0.87), Q3에서 HR=0.61 CI (0.40-0.93), Q4에서 HR=0.34 CI (0.21-0.56)으로 나타났으며, 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무를 보정한 model 2 의 경우 Q1을 기준으로 Q2에서 HR=0.56 CI (0.36-0.87), Q3 에서 HR=0.61 CI (0.40-0.93), Q4에서 HR=0.34 CI (0.21-0.56)으로 나타났다. 성별, 연령, BMI, 흡연, 음주 및 칼슘섭취를 보정한 model 3 의 경우 Q1 을 기준으로 Q2 에서 HR=0.56 CI (0.36-0.87), Q3에서 HR=0.61 CI (0.40-0.93), Q4에서 HR=0.34 CI (0.21-0.56)으로 나타났다(Table 10).

Table 10. 체중당 악력수준과 대사증후군 발생 상대위험비

	Hazard Ratio(95%CI)	Hazard Ratio(95%CI)	Hazard Ratio(95%CI)
	Model1	Model 2	Model 3
Grip-strength			
Q1	1	1	1
Q2	0.56(0.36-0.87)	0.49(0.30-0.80)	0.50(0.30-0.81)
Q3	0.61(0.40-0.93)	0.66(0.41-1.06)	0.67(0.41-1.07)
Q4	0.34(0.21-0.56)	0.38(0.19-0.73)	0.38(0.20-0.73)
P-trend	0.0003	0.1784	0.2505

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

각근력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비는 혼란변수를 보정하지 않은 model 1에서 체중당 각근력이 가장 낮은 Q1 을 기준으로 Q2 에서 HR=0.70 CI(0.46−1.06), Q3에서 HR=0.77 CI(0.51−1.14), Q4 에서 HR=0.63 CI(0.42−0.96)으로 나타났으며 성별, 연령, 흡연, 음주를 보정한 model 2 의 경우 Q1을 기준으로 Q2에서 HR=0.71 CI(0.45− 1.11), Q3에서 HR=0.79 CI(0.50−1.23), Q4에서 HR=0.68 CI(0.39−1.19)으로 나타났다. 성별, 연령, BMI, 흡연, 음주 및 칼슘섭취를 보정한 model 3의 경우 Q1을 기준으로 Q2에서 HR=0.71 CI(0.45−1.11), Q3에서 HR=0.79 CI (0.51−1.24), Q4에서 HR=0.69 CI (0.39−1.20)로 나타났다(Table 11).

Table 11. 체중당 각근력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비

	Hazard Ratio(95%CI)	Hazard Ratio(95%CI)	Hazard Ratio(95%CI)
	Model1	Model 2	Model 3
Leg-Power			
Q1	1	1	1
Q2	0.70(0.46-1.06)	0.71(0.45-1.11)	0.71(0.45-1.11)
Q3	0.77(0.51-1.14)	0.79(0.50-1.23)	0.79(0.51-1.24)
Q4	0.63(0.42-0.96)	0.68(0.39-1.19)	0.69(0.39-1.20)
p-trend	0.1748	0.2093	0.2014

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

심폐체력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비는 혼란변수를 보정하지 않은 model 1 에서 심폐체력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 Q2 에서 HR=0.83 CI (0.52−1.34), Q3 에서 HR=0.81 CI (0.49−1.34) Q4에서 HR=0.56 CI (0.32−0.99)로 나타났으며 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무를 보정한 model 2 의 경우 Q1을 기준으로 Q2에서 HR=0.87 CI (0.51−1.49), Q3 에서 HR=1.02 CI (0.58−1.79), Q4에서 HR=0.77 CI (0.41−1.44)으로 나타났다. 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무 및 칼슘섭취를 보정한 model 3 의 경우 Q1을 기준으로 Q2에서 HR=0.87 CI (0.50−1.49), Q3에서 HR=1.02 CI (0.58−1.79), Q4에서 HR=0.75 CI (0.40−1.41)로 나타났다(Table 12).

Table 12. 심폐체력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비(Hazard Ratio)

	Hazard Ratio(95%CI)	Hazard Ratio(95%CI)	Hazard Ratio(95%CI)
	Model1	Model 2	Model 3
YMCA-step test			
Q1	1	1	1
Q2	0.83(0.52-1.34)	0.87(0.51-1.49)	0.87(0.50-1.49)
Q3	0.81(0.49-1.34)	1.02(0.58-1.79)	1.02(0.58-1.79)
Q4	0.56(0.32-0.99)	0.77(0.41-1.44)	0.75(0.40-1.41)
p-trend	0.2505	0.3165	0.1933

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

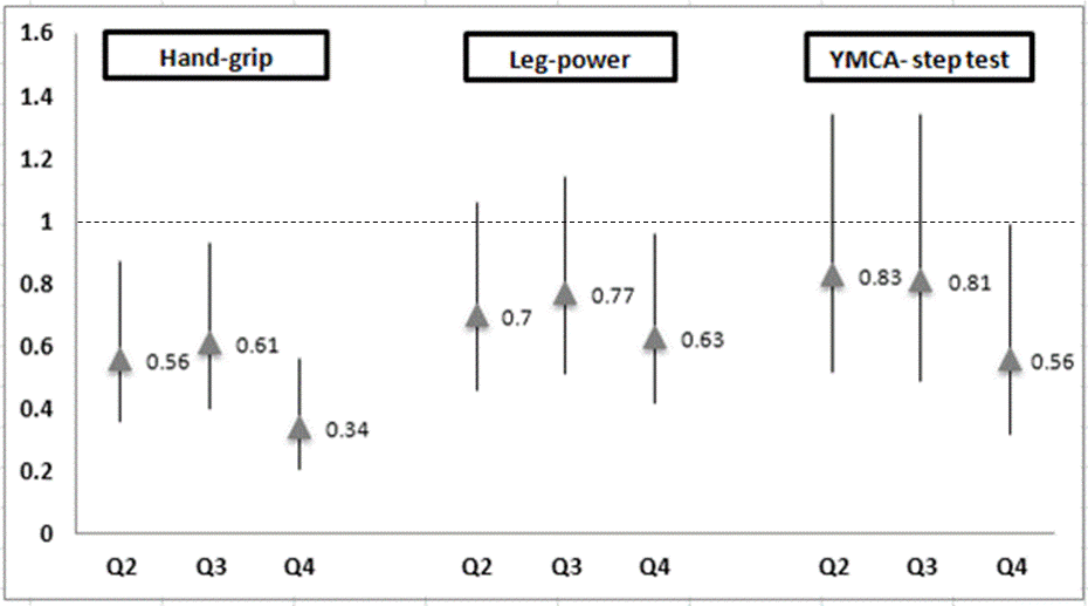

Figure 6. 악력, 각근력 및 심폐체력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비 Model 1

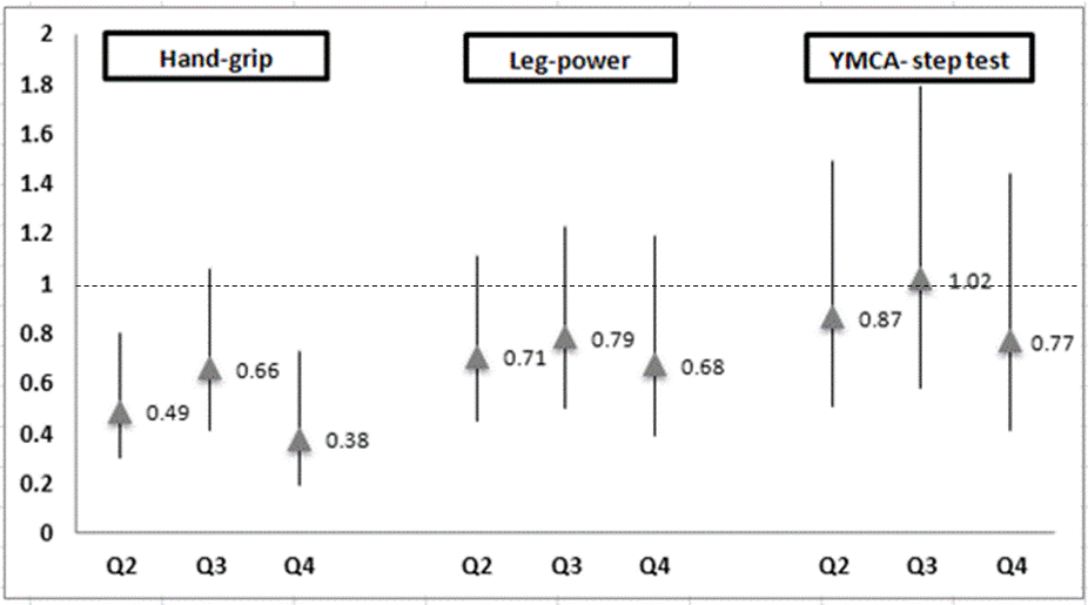

Figure 7. 악력, 각근력 및 심폐체력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비 Model 2

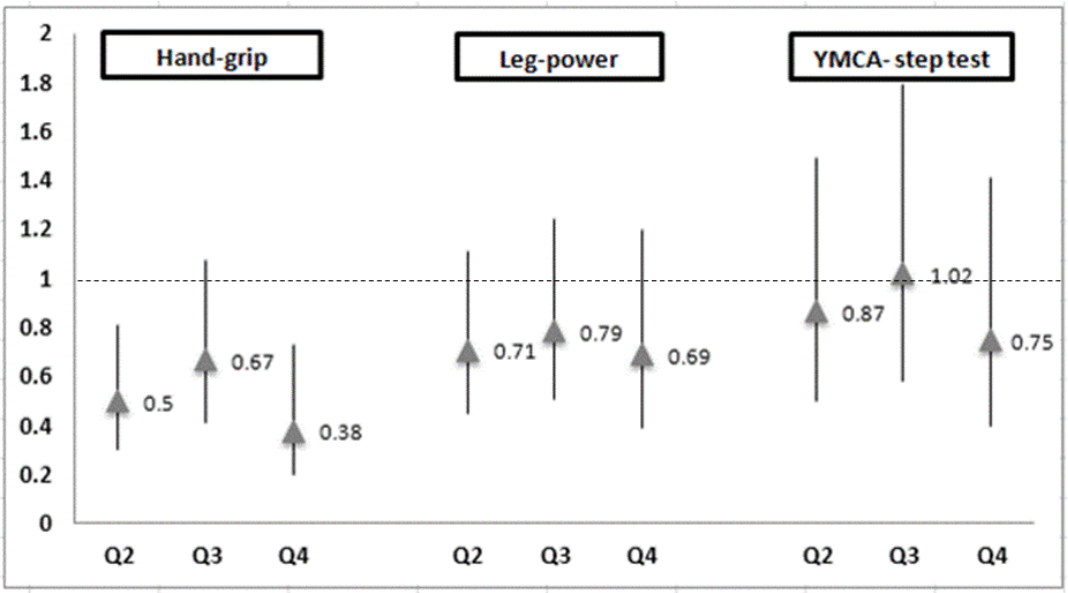

Figure 8. 악력, 각근력 및 심폐체력 수준과 대사증후군 발생 상대위험비 Model 3

5) 대사증후군 위험인자 보유에 따른 대사증후군 발생 상대위험비

추적조사를 인원은 대사증후군이 없는 대상자로 대사증후군 위험인자가 3 개 미만인 경우 대사증후군 비유병자로 분류 하였다. 기반조사 당시 비록 대사증후군 비유병자로 분류되었다 할지라도 위험인자를 유무에 따라 추적조사 결과 대사증후군의 발생 위험은 차이가 있으며 그 결과는 다음과 같다(Table 13.).

대사증후군 위험인자가 없는 대상자를 기준으로 하여 얻어진 Hazard Ratio 는 95% 신뢰구간 안에서 보정을 하지 않은 model 1에서 위험인자가 1개인 경우 HR=4.1 CI(1.48-11.53), 위험인자가 2개인 경우 HR=12.0 CI(4.26-32.36)로 나타났다. 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무를 보정한 model2 에서는 위험인자가 1개인 경우 HR=3.71 CI(1.31-10.48), 위험인자가 2개인 경우 HR=11.12 CI(4.09-30.21)로 나타났다. 성별, 연령, 흡연유무, 음주유무 및 칼슘 섭취량을 보정한 Model3 에서는 위험인자가 1개인 경우 HR=3.70 CI(1.31-10.46), 위험인자가 2개인 경우 HR=12.0 CI(4.07-30.03)로 나타났다.

Table 13. 대사증후군 위험인자 보유에 따른 대사증후군 발생 위험비

	Hazard Ratio (95% CI)	Hazard Ratio (95% CI)	Hazard Ratio (95% CI)
	Model 1	Model 2	model 3
MS factor 0	1	1	1
MS factor 1	4.1 (1.48-11.53)	3.71 (1.31-10.48)	3.70 (1.31-10.46)
MS factor 2	12.0 (4.46-32.65)	11.12 (4.09-30.21)	11.05 (4.07-30.03)
p-trend	<0.0001	<0.0001	<0.0001

MS : Metabolic syndrome
Model 1: crude
Model 2: adjusted age, sex, drink, smoke
Model 3: adjusted age, sex, drink, smoke, calcium intake

체력에 따른 대사증후군 위험인자 발생의 경우 기반조사에서는 해당되지 않았지만 추적조사결과 새로이 발생된 고혈당, 고-중성지질, 저-HDL, 복부비만, 고혈압과 같은 대사증후군 위험인자들과 체력간의 관계에 대한 상대위험비를 구하였다.

체중당 악력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 고혈당의 경우 Q2: HR=0.53 CI (0.34-0.83), Q3:HR=0.75 CI (0.49-1.154), Q4:HR=0.87 CI (0.58-1.32)이고 고-중성지질의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.89 CI(0.60-1.32), Q3:HR=1.09 CI(0.74-1.60), Q4:HR=081 CI(0.54-1.23)이고, 저-HDL의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=1.12 CI(0.56-2.25), Q3:HR=1.11 CI(0.57-2.15), Q4:HR=0.95 CI(0.49-1.82)이고 복부비만의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.48 CI(0.32-0.70), Q3:HR=0.37 CI(0.24-0.56), Q4:HR=0.19 CI(0.11-0.31)이었다 그리고 고혈압의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.52 CI(0.32- 0.85), Q3:HR=0.75 CI(0.47-1.20), Q4:HR=0.42 CI(0.24-0.73)로 나타났다(Table 14).

Table 14. 체중당 악력 수준과 대사증후군 위험인자 발생 상대위험비

	Hazard Ratio(95%CI)				
	High-FBS	High-TG	Low-HDL	C-obesity	hypertension
Q1	1	1	1	1	1
Q2	0.53 (0.34-0.83)	0.89 (0.60-1.32)	1.12 (0.56-2.25)	0.48 (0.32-0.70)	0.52 (0.32-0.85)
Q3	0.75 (0.49-1.154)	1.09 (0.74-1.60)	1.11 (0.57-2.15)	0.37 (0.24-0.56)	0.75 (0.47-1.20)
Q4	0.87 (0.58-1.32)	081 (0.54-1.23)	0.95 (0.49-1.82)	0.19 (0.11-0.31)	0.42 (0.24-0.73)
p-trend	0.0304	0.4753	0.8926	<0.0001	0.007

c-obesity : central obesity , Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%

체중당 각근력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 고혈당의 경우 Q2: HR=0.93 CI(0.62- 1.39), Q3:HR=0.97 CI(0.65-1.45), Q4:HR=1.03 CI(0.68-1.55)이고 고-중성지질의 경우 Q1을 기준으로 Q2: HR=1.01 CI(0.69-1.46), Q3:HR=1.04 CI(0.71-1.52), Q4:HR=1.07 CI(0.74-1.55)이고, 저-HDL의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.84 CI(0.46-1.51), Q3:HR=0.92 CI(0.53-1.57), Q4:HR=0.89 CI(0.52-1.51)이고 복부비만의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.70(0.47-1.03), Q3:HR=0.62(0.42-0.91), Q4:HR=0.45 CI(0.29-0.68)이었다. 그리고 고혈압의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.75 CI(0.49-1.13), Q3:HR=0.81 CI(0.54-1.22), Q4:HR=0.58 CI(0.37-0.92) 로 나타났다(Table 15).

Table 15. 체중당 각근력 수준과 대사증후군 위험인자 발생 상대위험비

	Hazard Ratio(95%CI)				
	High-FBS	High-TG	Low-HDL	C-obesity	hypertension
Q1	1	1	1	1	1
Q2	0.93(0.62-1.39)	1.01(0.69-1.46)	0.84(0.46-1.51)	0.70(0.47-1.03)	0.75(0.49-1.13)
Q3	0.97(0.65-1.45)	1.04(0.71-1.52)	0.92(0.53-1.57)	0.62(0.42-0.91)	0.81(0.54-1.22)
Q4	1.03(0.68-1.55)	1.07(0.74-1.55)	0.89(0.52-1.51)	0.45(0.29-0.68)	0.58(0.37-0.92)
p-trend	0.9632	0.9814	0.9510	0.0029	0.1358

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%

심폐체력이 가장 낮은 Q1을 기준으로 고혈당의 경우 Q2: HR=0.74 CI(0.45-1.24), Q3:HR=1.01 CI(0.64-1.61), Q4:HR=0.89 CI(0.52-1.53)이고 고-중성지질의 경우 Q1을 기준으로 Q2: HR=0.93 CI(0.61-1.40), Q3:HR=0.82 CI(0.52-1.30), Q4:HR=0.73 CI(0.46-.17)이고, 저-HDL의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.78 CI(0.44-1.38), Q3:HR=0.87 CI(0.48-1.57), Q4:HR=0.50 CI(0.26-0.99)이고 복부비만의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.79 CI(0.50-1.24), Q3:HR=0.84 CI(0.53-1.35), Q4:HR=0.70 CI(0.42-1.16) 이었다. 그리고 고혈압의 경우 Q1을 기준으로 Q2:HR=0.99 CI(0.58- 1.70), Q3:HR=1.01 CI(0.57-1.79), Q4:HR=0.80 CI(0.44-1.45)로 나타났다(Table 16).

Table 16. 심폐체력 수준과 대사증후군 위험인자 발생 상대위험비

	Hazard Ratio(95%CI)				
	High-FBS	High-TG	Low-HDL	C-obesity	hypertension
Q1	1	1	1	1	1
Q2	0.74(0.45-1.24)	0.93(0.61-1.40)	0.78(0.44-1.38)	0.79(0.50-1.24)	0.99(0.58-1.70)
Q3	1.01(0.64-1.61)	0.82(0.52-1.30)	0.87(0.48-1.57)	0.84(0.53-1.35)	1.01(0.57-1.79)
Q4	0.89(0.52-1.53)	0.73(0.46-.17)	0.50(0.26-0.99)	0.70(0.42-1.16)	0.80(0.44-1.45)
p-trend	0.5984	0.5806	0.2087	0.5501	0.8498

Q1: reference, Q2: percentile 25~49.9%, Q3: percentile 50%~74.9%, Q4: percentile 75~100%

6) 악력, 각근력 및 심폐체력간의 상관관계

체중당 악력, 체중당 각근력과 YMCA-step test를 이용한 심폐체력간의 상관도를 각 연령대별로 구한 결과는 다음과 같다(Table 17). 40대에서는 체중당 악력과 각근력의

상관도는 r=0.638, 체중당 악력과 심폐체력의 상관도는 r=0.188, 체중당 각근력과 심폐체력간의 상관도는 r=0.187 이었다. 50대에서는 체중당 악력과 각근력의 상관도는 r=0.605, 체중당 악력과 심폐체력의 상관도는 r=0.202, 체중당 각근력과 심폐체력간의 상관도는 r=0.168 이었다. 60대의 경우 체중당 악력과 각근력의 상관도는 r=0.669, 체중당 악력과 심폐체력의 상관도는 r=0.284, 체중당 각근력과 심폐체력간의 상관도는 r=0.187 이었다. 70 대의 경우 체중당 악력과 각근력의 상관도는 r=0.614, 체중당 악력과 심폐체력의 상관도는 r=0.255, 체중당 각근력과 심폐체력간의 상관도는 r=0.0.13 이었다. 80 대의 경우 체중당 악력과 각근력의 상관도는 r=0.781 이었고 80 대 이상의 경우에는 심폐체력 결측이 많아 상관관계를 구하지 못하였다. 전체적인 상관관계는 체중당 악력과 각근력의 상관도는 r=0.641, 악력과 심폐체력의 상관도는 r=0.225, 각근력과 심폐체력간의 상관도는 r=0.176 었다.

Table 17. 체중당 악력과 체중당 각근력 및 심폐체력간의 상관관계

		Correlation	
Age		Leg /BW	YMCA-step test
40(n=417)	grip /BW	r=0.638	r=0.188
	Leg /BW	.	r=0.187
50(n=653)	grip /BW	r=0.605	r=0.202
	Leg /BW	.	r=0.168
60(n=898)	grip /BW	r=0.669	r=0.284
	Leg /BW	.	r=0.200
70(n=608)	grip /BW	r=0.614	r=0.255
	Leg /BW	.	r=0.13
80(n=56)	grip /BW	r=0.781	.
	Leg /BW	.	.
Total(n=2633)	grip /BW	r=0.641	r=0.225
	Leg /BW	.	r=0.176

V. 논의

본 연구는 근력 및 심폐체력의 수준이 대사증후군 발생에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위함이며, 본 연구 결과를 토대로 체력과 대사증후군 발생에 대해 논의 하고자 한다.

1. 대사증후군의 발병원인

대사증후군 발병의 일차적 원인은 인슐린 저항성이며 고인슐린혈증, 내당능장애, 이상지질혈증과 같은 다른 요인들은 인슐린저항성에 따른 이차적인 현상으로 설명되어 지고 있다 (Reaven & Chen, 1988). 고인슐린혈증 및 인슐린저항성은 당뇨병 상태 뿐만 아니라 비 당뇨병 상태에서도 심혈관 질환 및 고혈압의 위험인자로 알려져 있으며(Laakso & Lehto, 1998), 인슐린저항성과 고인슐린혈증은 고혈압과도 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되었으며, 또한 고혈압 환자의 인슐린저항성은 내장지방 축적과 근육양의 상대적 감소와 관련 있음을 주장하였다(남문석, 1995). 대사증후군의 발병 위험요소 중 낮은 HDL-콜레스테롤 및 높은 중성지방과 인슐린저항성의 관계를 알아본 연구에서는 건강한 젊은 남성에서 인슐린저항성을 측정하고 이들의 혈중 지지 농도를 비교하였을 때, 인슐린 저항성이 증가할수록 중성지방은 증가하고 HDL-콜레스테롤은 감소함을 관찰하였다 (박석원, 1998). 고혈압과 고인슐린혈증, 이상질혈증 등은 질병의 범주로 구분하기 보다는 심혈관 질환의 위험인자로 작용하며, 유리지방산의 증가, 복강 내 지방축적 또한 대사증후군의 발병의 핵심이라는 주장도 제기되었다 (Fujimoto et al., 1994). 복강 내 지방축적은 혈액 내 지방산 농도를 증가시키고 인슐린저항성을 유발시키며 간문맥 내 지방산이 증가되어 VLDL 및 LDL 의 합성이 늘어나게 된다.

체지방비율의 증가는 상대적으로 체중에 대비된 근육의 비율이 감소된다는 것을 의미한다. 근육은 인체에서 여러 가지 기능을 담당하는데, 근육양과 인슐린저항성과의 관계에 있어서, 연령이 증가함에 따라 남성호르몬 분비가 감소되며 이로 인한 내장지방이 축적이 이루어지고, 결과적으로 몸 전체 근육양의 감소로 인하여 인슐린 저항성이 나타나게 되고, 여성의 경우에는 폐경 이후 여성호르몬의 급격한 감소가 내장지방 축적을 촉진하여 인슐린저항성을 유발하게 된다. 내장지방의 면적은 인슐린감수성과 유의한 음의 상관성이 나타나고, 이와 달리 대퇴부의 골격근면적은 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 따라서 복부의 비만 특히 과잉된 내장지방의 축적은 인슐린저항성을 증가시키지만, 골격근량이 많은 경우에는 인슐린저항성을 감소시켜 내장지방 축적에 따른 인슐린 저항성을 상쇄함을 알 수 있다(Bjorntorp, 1996). 골격근량은 인슐린저항성을 결정하는데 있어서 매우 중요한 역할을 하며, 내장지방과 골격근 면적 비는 인슐린저항성을 반영하는 임상적 지표로 사용될 수 있다고 생각되어진다(허갑범, 1999). 인슐린저항성은 대사증후군발병에 핵심적인 요소로 작용하며 내장지방의 감소와 골격근량의 유지 및 증대는 낮은 대사증후군의 발병과 매우 밀접한 관계를 갖는다. 따라서 본 연구의 논의에서는 심폐체력과 더불어 근력 즉 근육량이 대사증후군 발생에 미친 영향에 대하여 살펴보도록 하겠다.

2. 심폐체력과 대사증후군 유병 및 발생

심폐체력은 대사증후군 발생과 독립적인 관계이며, 높은 심폐체력은 인슐린 민감도 증폭시키며 내분비계 기능을 향상시켜 결과적으로 대사증후군 발생을 억제하는 역할을 한다(Grundy, Barlow, Farrell, Vega, & Haskell, 2012). 코호트연구를 통해 횡단적으로

이루어진 조사에서는 체력의 수준과 대사증후군 유병률과 발생률에 양반응의 관계가 있다고 보고되었다(2, 23, 30).

안정시 심박수는 심폐체력의 대표적인 지표로 심혈관계질환의 위험과 유병률에 있어서 밀접한 관계를 가지고 있다(Diaz, Bourassa, Guertin, & Tardif, 2005; Fox et al., 2007).

본 연구의 결과에 따르면 YMCA-step test 를 통해 측정된 심폐체력의 수준과 대사증후군의 관계를 횡단적 연구 결과 심폐체력이 높을수록 대사증후군의 유병률이 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 또한 연령, 성별, 흡연유무 및 음주유무와 같은 대사증후군관련 변인을 보정한 model 2의 경우에도 심폐체력이 증가할수록 대사증후군 유병률이 낮아 졌으며, 대사증후군관련 변인과 더불어 칼슘섭취를 보정한 model 3의 경우에도 심폐체력이 높아질수록 대사증후군의 유병률이 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 심폐체력 수준에 따른 Does-Response의 효과를 검증하기 위한 심폐체력 수준간의 p-trend 가 model 1, model 2, model 3 세가지 경우 모두 0.0001 이하로 나타나 Does-Response 의 효과를 검증할 수 있었다. 이러한 결과는 안정시 심박수와 대사증후군의 유병률과의 관계를 본 Rogowski 의 연구결과 와도 같은 양상으로, 7706명의 인원을 대상으로 실시한 횡단적 연구 결과, 안정시 심박수와 대사증후군의 유병률과의 관계를 나이, 흡연, 심혈관질환 가족력 등의 변수를 보정한 후 안정시 심박수를 5분위로 나누어 대사증후군의 유병률을 조사했을 때 안정시 심박수가 가장 낮은 Q2에서 측 심폐체력이 가장 높은 Q2에서 대사증후군이 5.2% 발생하였고 Q3: 6.9%, Q4: 8.2%, Q5: 10.4%로 심박수가 증가함에 따라 대사증후군의 유병률이 증가 하였다.

심폐체력 수준과 대사증후군의 발생은 대사증후군이 없는 1597명의 인원을 약 2년간 추적 조사한 본 연구의 결과에서는 변인보정을 하지 않은 model 1에서 체력이

높을수록 대사증후군발생 상대위험비가 낮아지는 것을 발견 하였다. 심폐체력이 가장 낮은 그룹에 비해 심폐체력이 가장 높은 그룹에서 대사증후군발병 상대위험비가 HR=0.56 CI(0.32-0.99)으로 나타났다. 대사증후군 관련변인을 보정한 model 2의 경우에도 심폐체력이 가장 높은 그룹이 가장 낮은 그룹에 비해 대사증후군발생 상대위험비가 HR=0.77 CI(0.41-1.44)로 나타났다, 그리고 대사증후군관련 변인과 칼슘섭취를 보정한 model 3에서도 심폐체력이 가장 높은 그룹이 심폐체력이 가장 낮은 그룹에 비해 대사증후군발생 상대 위험비가 HR=0.75 CI(0.40-1.41)로 나타났다. 이러한 결과는 트레드밀검사를 통한 심폐지구력과 대사증후군의 발생률을 연구한 Shuval 의 연구와 비슷한 양상의 결과이다. Shuval 의 연구는 3411을 기반조사부터 약 9년 간격의 추적조사 이후 심폐지구력과 대사증후군발생과의 관계에서 심폐지구력이 낮은 그룹에 비해 중간인 그룹의 상대위험비는 HR=0.56이었고, 심폐지구력이 높은 그룹은 HR=0.38로 보고되었다(Shuval et al., 2012). 본 연구에서 관찰된 심폐체력과 대사증후군 유병 및 발생의 관계는 기존연구결과의 유병률과 발생 상대위험비에서 나타난 것과 같이 높은 심폐체력의 수준이 대사증후군의 발생에 영향을 미친다 연구의 가설을 잘 설명해주고 있다. 하지만 횡단적인 연구의 심폐체력과 대사증후군의 유병률 Dose-response 효과 에서의 통계적 유의한 결과(p-trend<0.0001)와 달리 심폐체력과 대사증후군 발생을 관찰한 상대위험비에서는 상대위험비(Hazard Ratio)가 95%의 신뢰구간에서 형성되지 못하여서 통계적인 의미가 없었고, Dose-response 효과 또한 검증되지 않았다(p-trend>0.05). 이러한 이유는 심폐체력을 측정한 YMCA step-test 측정법의 제한점 에서 그 이유를 찾을 수 있다. 스텝박스 테스트의 특성상 하지 근력이 약하거나 허리 및 하지 관절에 통증이 있는 경우 스텝박스 테스트를 올바로 수행할 수 없으며 이로 인해 정확한 심폐체력측정이 이루어 지지 않을 수 있다. 본 연구에서 측정된 체력측정 항목들의 상관검사에서 악력과 YMCA-step test 간 상관도의 경우 모든 대상자

연령층에서 r=0.225로 비교적 낮게 나왔으며 각 연령층마다 상이했다. 심폐체력은 대사증후군 발생에 있어서 매우 중요한 요소로 작용한다. 본 연구에서 사용된 YMCA step-test의 경우 측정방법이 비교적 간단하여 많은 인원을 측정할 수 있었다. 그렇지만 종단적 연구를 시행하여 상대위험 값을 구하고자 했던 본 연구에서는 대사증후군 발생에 있어서 예측인자로서의 다소 부족함이 있었다.

3. 근력과 대사증후군의 유병 및 발생

대사증후군은 발생원인 중 인슐린저항성은 중요한 요소로 작용한다. 이러한 인슐린 저항성은 근육량에 영향을 받는다. 또한 몇몇 선행연구 결과에 따르면 근육의 감소는 염증의 진행과도 연관이 있는 것으로 제기되었다(Krabbe, Pedersen, & Bruunsgaard, 2004; Schaap et al., 2009). 또한 당뇨병 환자에게서 혈당의 증가와 근력의 감소가 연관이 있다고 알려졌다(Sayer et al., 2005). 또한 노인층의 경우 낮은 악력이 노화에 의한 근감소증(sarcopenia)과 연관이 있다는 Sayer의 연구결과(Sayer, Syddall, Dennison, Martin, Phillips, Cooper, Byrne, et al., 2007)을 바탕으로 연령이 증가할수록 대사증후군의 유병률이나 발생률이 증가하는 이유를 알 수 있다.

본 연구에서는 근력을 악력과 각근력 두 가지 방법을 이용하여 측정하였다. 횡단적 연구결과 악력을 체중으로 나눈 체중당 악력이 높을수록 대사증후군 유병률이 낮아졌다. Model 1, model 2, model 3 모두에서 체중당 악력이 증가할수록 대사증후군 유병률이 낮아 졌으며 체중당 악력이 가장 낮은 그룹에 비해 체중당 악력이 가장 높은 그룹에서 Odds Ratio 가변인 보정을 하지 않은 model 1 의 경우 OR=0.28 CI(0.21- 0.38)이었고 연령, 성별, 흡연유무, 음주유무를 보정한 model 2의 경우 OR=0.16 CI(0.10-0.24)이었으며 연령, 성별, 흡연유무, 음주유무를 및 칼슘섭취를 보정한 model 3의 경우에도 OR=0.17 CI(0.10-0.25)

로 나타나 악력이 대사증후군유병에 독립적 요소로 작용하는 것을 검증 할 수 있었다. 또한 악력 수준별 유병률에서도 Dose-Response효과 또한 p-trend<0.0003를 통해 검증되었다. 악력과 대사증후군발생의 종단적 연구결과에서는 체중당 악력수준별 대사증후군발생 상대위험비가 체중당 악력이 증가할수록 낮아졌다. Model 1의 경우 체중당 악력이 가장 높은 그룹이 체중당 악력이 가장 낮은 그룹에 비해 대사증후군발생 상대위험비가 HR=0.34 CI(0.21-0.56)로 나타났으며, model 2의 경우 HR=0.38 CI(0.19-0.73), model 3의 경우 HR=0.38 CI(0.20-0.73)로 나타났다. Model 1, model 2, model 3에서 나타난 상대위험비는 모두 통계적으로 유의하여 악력이 대사증후군의 발병에 독립적으로 발생하는 요인임을 검증하였다. 이 결과는 선행된 연구에서 35세~81세의 남성 1195명의 악력을 측정하여 4분위로 나누고 가장 악력이 높은 그룹과 하위 그룹들과의 비교로 대사증후군 유병률을 본 미국의 연구에서는 악력이 가장 낮은 그룹은 OR=2.15 CI(1.14-4.04), 두 번째로 낮은 그룹은 OR=1.91 CI(1.02-3.60), 세 번째로 낮은 그룹 OR=1.28 CI(0.76-2.45)로 보고된 연구의 결과와도 일치한다(Atlantis et al., 2009). 악력수준과 대사증후군발생 Dose-response 의 효과는 model 1의 경우 p-trend<0.0003으로 검증되었지만 변인을 보정한 model 2, model 3에서는 본 연구에서는 검증되지 않았다. 각근력과 대사증후군의 유병률의 경우 횡단연구를 통한 결과, 체중당 각근력이 증가할수록 대사증후군의 유병률이 감소되는 것을 볼 수 있었다. 체중당 각근력이 가장 높은 그룹은 체중당 각근력이 가장 낮은 그룹에 비해 대사증후군유병률 교차비의 경우 Odds Ratio 가 model 1의 경우 OR=0.42 CI(0.33-0.53)로 나타났고, model 2의 경우 OR=0.43 CI(0.32-0.58), model 3의 경우 OR=0.42 CI(0.31-0.57)로 나타났으며, 체중당 각근력의 수준이 증가할 수록 대사증후군 유병률이 감소하는 Dose-Response 의 효과도 p-trend <0.0002에서 검증되었다.

이러한 결과는 선행연구에서 8,570명의 성인을 대상으로 레그프레스 1RM 검사를 통해 최대근력을 측정하고, 대사증후군 유병률과의 연관성 결과, 가장 근력이 낮은 Q1의 경우 대사증후군의 유병률이 24.1% 이고. 같은 방법으로 Q2=16.3%, Q=12.0%, Q4=9.2%로 나타나 근력이 높을수록 대사증후군의 유병률이 낮아지는 것을 보았던 연구의 결과와도 일치한다(Jurca et al., 2004). 본 연구에서 실시한 각근력 수준과 대사증후군 발생에 대한 종단적 연구결과 체중당 각근력 수준에 따른 대사증후군 발생 상대위험비는 체중당 각근력이 가장 높은 그룹이 체중당 각근력이 가장 낮은 그룹에 비해 model 1의 경우 HR=0.63 CI(0.42-0.96), model 2의 경우 HR=0.68 CI(0.39-1.19), model 3의 경우 HR=0.69 CI(0.39-1.20)로 나타났다. 변인보정을 하지 않은 model 1에서 통계적으로 유의하게 나타났으며. 체중당 각근력 수준에 대한 대사증후군 발병 Dose-response 효과는 model 1, model 2, model 3, 모두 p-trend >0.05로 그 효과가 본 연구에서는 검증되지 않았다. 이러한 결과는 각근력은 대사증후군의 유병률은 예측하는 인자로서는 적당하나 실제 악력과 각근력의 상관관계는 전 연령에서 r=0.641로 나타났으며 80대에서 r=0.781로 나타난 것 이외 다른 연령 대에서는 전체연령과 비슷한 정도의 상관도를 보였다. 악력의 경우 총4번의 측정을 통해 평균값을 사용하지만 각근력 측정은 총2회 측정 후 높을 측정 값을 사용 한다. 또한 무릎이나 허리의 통증이 있는 경우 실제 각근력 보다 과소평가 되는 경우가 있기 때문에 본 연구에서 종단적 자료로 이용하여 대사증후군 발생과의 연관성을 예측하는 인자로서는 악력에 비해 상대적으로 타당도가 낮은 측정 방법으로 사료된다.

4. 근력, 심폐체력과 대사증후군 위험인자 발생

고혈당, 고지혈증, 고혈압, 저-HDL, 복부비만은 대사증후군의 위험인자로서 근력과 심폐체력의 수준이 대사증후군 위험인자발생과의 관계에서는 혼란변인 보정을 하지

않은 상태에서 악력의 경우 고혈당에서 상대위험비가 체력이 두 번째로 높은 Q2의 경우에서 0.53(0.34-0.83)로 나타났고, 고중성지질혈증과 저-HDL 에서는 관련이 없는 것으로 나타났다. 복부비만의 경우 악력이 증가할수록 복부비만의 위험이 감소하는 것으로 나타났는데 악력이 가장 높은 그룹은 악력이 가장 낮은 그룹에 비해 상대위험비가 0.19(0.11-0.31)였다. 또한 악력의 수준이 증가할수록 복부비만의 상배위험비가 감소하는 Does-Response 효과도 p-trend<0.0001에서 검증되었다. 고혈압에서는 악력이 가장 높은 그룹이 가장 낮은 그룹에 비해 고혈압 상대 위험비가 0.42(0.24-0.73)로 나타났으며 악력이 높을수록 고혈압발생 상대위험이 낮아지는 Does-response 효과도 p-trend=0.007에서 검증 되었다. 각근력과 대사증후군 위험인자발생 상대위험과의 관련 중 고혈당, 고지혈증은 발생위험이 모두 통계적으로 유의하지 않아 관련이 없는 것으로 본연구결과 나타났다. 복부비만과 고혈압과의 관계에서는 악력의 경우와 비슷한 양상으로 각근력이 높은 그룹이 낮은 그룹에 비해 발생위험이 낮은 것으로 나타났다. 복부비만의 경우 각근력이 가장 높은 그룹에서 상대 위험비가 0.45(0.29-0.68)로 나타났으며 각근력 수준 증가에 따른 복부비만 발생의 Does-Response 효과도 p-trend=0.0029에서 검증되었다. 고혈압의 경우는 각근력이 가장 높은 그룹의 경우에서 상대위험비가 HR=0.58 CI(0.37-0.92)로 나타났지만, 각근력 수준에 따른 고혈압 발생 Does-Reponses 의 효과는 검증 되지 않았다. 심폐체력과 대사증후군 위험인자의 발생에서는 저-HDL 경우 에서만 심폐체력이 가장 좋은 그룹이 심폐체력이 가장 낮은 그룹에 비해 저-HDL 발생 상대 위험비가 HR=0.50 CI(0.26-0.99)로 나타났다.

본 연구에 참여한 대상자들은 추적조사결과 대사증후의 발생이 12.6% 였는데 이중 고혈압이 13.7% 발생하였고 복부비만이 16.9% 발생하였다. 남자의 경우 11.1%의 대사증후군 발생과 비교 시 10.0%의 복부비만과 14.3%의 고혈압이 발생하였고,

여자의 경우 13.5%의 대사증후군 발생과 비교 시 21.3%의 복부비만 발생과, 13.4%의 고혈압이 발생하였다. 또한 기반조사 시에는 비록 대사증후군이 발견되지는 않았지만 실제 대사증후군위험인자 유병개수에 따라 발생위험비가 달라지는 것을 확인하였는데. 대사증후군의 위험인자가 전형 없는 대상자에 비해 위험인자가 1개인 경우 상대위험비는 HR=3.70 CI(1.31-10.46)로 증가하였고, 위험인자가 2개인 경우 상대위험비는 HR=11.05 CI(4.07-30.03)로 증가하였다.

이러한 결과들을 종합하면 근력은 복부비만과 고혈압을 발생위험을 낮추는 요소로서 매우 중요한 것 임을 알 수 있고, 대사증후군의 발생을 방지하기 위한 근력의 증가는 복부비만과 고혈압의 발생위험을 줄이고 이로 인하여 대사증후군 위험인자의 개수를 감소시켜 결과적으로 대사증후군의 발생 위험을 낮출 수 있는 것으로 설명 가능하다.

VI. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 일개 지역을 기반으로 한 코호트 연구의 일환으로 근력과 심폐체력을 포함한 체력의 수준이 대사증후군의 발생에 미치는 영향을 알아 보기 위하여 기반조사 이후 약 2년여간의 추적 조사를 바탕으로 각근력, 악력, YMCA-step test 의 3가지 체력항목과 대사증후군 위험인자인 고혈당, 고지혈증, 고혈압, 복부비만, 저-HDL 의 발생 및 대사증후군의 발생을 종단적으로 분석하였다. 연구 결론은 다음과 같다.

첫째. 각근력 및 악력은 근력을 대표하는 지표로서 근력이 증가할수록 대사증후군의 유병률 및 발생률이 낮아졌으며 대사증후군의 유병률의 경우에는 Dose-response 의 효과를 검증할 수 있었다 하지만 종단적 연구의 경우 각근력은 악력에 비하여 측정방법에서의 오류가 발생 할 수 있는 요소가 발견되었다.

둘째, 심폐체력이 증가 할수록 대사증후군의 유병과 발생이 낮아 지는 것을 발견하였다. 심폐체력의 경우 대사증후군의 유병률에서 Does-Response 의 효과가 검증되었지만. 이와 달리 대사증후군의 발생에 있어서는 그 효과가 검증되지 못했다. 이것은 스텝박스를 이용한 심폐체력 측정이 특정 연령대에서는 측정방법의 특성상 제한이 있는 것으로 사료되며 이 방법이 종단적연구시 대사증후군 예측인자로서 다소 오류가 있을 수 있는 것으로 사료된다.

2. 제언

추후 연구를 위한 몇 가지 사항들을 제언하고자 한다.

첫째, 다양한 체력요소의 측정으로 더 과학적이고 객관적인 종단 연구를 수행 할 수 있을 것이다

둘째, 본 코호트 연구의 자료는 매년 누적되는 것으로 지속적으로 동일한 대상자를 추적하여 체력수준과 대사증후군 발생 기간 및 상대적 위험 등에 대해 더욱 질 높은 연구를 수행 할 수 있을 것이다.

셋째, 추적조사를 통한 체력의 수준뿐 아니라 체력의 변화수준이 대사증후군의 발생에 미치는 영향에 대한 결과를 제시 할 수 있을 것 이다.

Reference

Alberti, K. G., Zimmet, P., Shaw, J., & Group, I. D. F. Epidemiology Task Force Consensus. (2005). The metabolic syndrome a new worldwide definition. *Lancet, 366*(9491), 1059-1062.

Aspenes, S. T., Nauman, J., Nilsen, T. I., Vatten, L. J., & Wisloff, U. (2011). Physical activity as a long-term predictor of peak oxygen uptake: the HUNT Study. *Med Sci Sports Exerc, 43*(9), 1675-1679.

Atlantis, E., Martin, S. A., Haren, M. T., Taylor, A. W., Wittert, G. A., & Members of the Florey Adelaide Male Ageing, Study. (2009). Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome. *Metabolism, 58*(7), 1013-1022.

Balkau, B., & Charles, M. A. (1999). Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabet Med, 16*(5), 442-443.

Bassett, D. R., Jr., Fitzhugh, E. C., Crespo, C. J., King, G. A., & McLaughlin, J. E. (2002). Physical activity and ethnic differences in hypertension prevalence in the United States. *Prev Med, 34*(2), 179-186.

Battilana, P., Ornstein, K., Minehira, K., Schwarz, J. M., Acheson, K., Schneiter, P., . . . Tappy, L. (2001). Mechanisms of action of beta-glucan in postprandial glucose metabolism in healthy men. *Eur J Clin Nutr, 55*(5), 327-333.

Bjorntorp, P. (1996). The regulation of adipose tissue distribution in humans. *Int J Obes Relat Metab Disord, 20*(4), 291-302.

Blair, S. N., Goodyear, N. N., Gibbons, L. W., & Cooper, K. H. (1984). Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA, 252*(4), 487-490.

Chen, J., Das, S., Barlow, C. E., Grundy, S., & Lakoski, S. G. (2010). Fitness, fatness, and systolic blood pressure: data from the Cooper Center Longitudinal Study. *Am Heart J, 160*(1), 166-170.

Dallongeville, J., Cottel, D., Ferrieres, J., Arveiler, D., Bingham, A., Ruidavets, J. B., . . . Amouyel, P. (2005). Household income is associated with the risk of metabolic syndrome in a sex-specific manner. *Diabetes Care, 28*(2), 409-415.

Diaz, A., Bourassa, M. G., Guertin, M. C., & Tardif, J. C. (2005). Long-term prognostic value of resting heart rate in patients with suspected or proven coronary artery disease. *Eur Heart J, 26*(10), 967-974.

Dos Santos, F. K., Gomes, T. N., Damasceno, A., Prista, A., Eisenmann, J., & Maia, J. A. (2012). Physical activity, fitness and the metabolic syndrome in rural youths from Mozambique. *Ann Hum Biol*.

Dyer, A. R., Stamler, J., Paul, O., Berkson, D. M., Shekelle, R. B., Lepper, M. H., . . . Tokich, T. (1981). Alcohol, cardiovascular risk factors and mortality: the Chicago experience. *Circulation, 64*(3 Pt 2), III 20-27.

Einhorn, D., Reaven, G. M., Cobin, R. H., Ford, E., Ganda, O. P., Handelsman, Y., . . . Wilson, P. W. (2003). American College of Endocrinology position statement on the insulin resistance syndrome. *Endocr Pract, 9*(3), 237-252.

Expert Panel on Detection, Evaluation, & Treatment of High Blood Cholesterol in, Adults. (2001). 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, 285*(19), 2486-2497.

Facchini, F., Chen, Y. D., Clinkingbeard, C., Jeppesen, J., & Reaven, G. M. (1992). Insulin resistance, hyperinsulinemia, and dyslipidemia in nonobese individuals with a family history of hypertension. *Am J Hypertens, 5*(10), 694-699.

Facchini, F., Chen, Y. D., & Reaven, G. M. (1994). Light-to-moderate alcohol intake is associated with enhanced insulin sensitivity. *Diabetes Care, 17*(2), 115-119.

Fagard, R. H. (2001). Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc, 33*(6 Suppl), S484-492; discussion S493-484.

Folsom, A. R., Prineas, R. J., Kaye, S. A., & Munger, R. G. (1990). Incidence of hypertension and stroke in relation to body fat distribution and other risk factors in older women. *Stroke, 21*(5), 701-706.

Fox, K., Borer, J. S., Camm, A. J., Danchin, N., Ferrari, R., Lopez Sendon, J. L., . . . Heart Rate Working, Group. (2007). Resting heart rate in cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol, 50*(9), 823-830.

Fujimoto, W. Y., Abbate, S. L., Kahn, S. E., Hokanson, J. E., & Brunzell, J. D. (1994). The visceral adiposity syndrome in Japanese-American men. *Obes Res, 2*(4), 364-371.

Gordon, N. F., Scott, C. B., Wilkinson, W. J., Duncan, J. J., & Blair, S. N. (1990). Exercise and mild essential hypertension. Recommendations for adults. *Sports Med, 10*(6), 390-404.

Grundy, S. M., Barlow, C. E., Farrell, S. W., Vega, G. L., & Haskell, W. L. (2012). Cardiorespiratory fitness and metabolic risk. *Am J Cardiol, 109*(7), 988-993.

Grundy, S. M., Brewer, H. B., Jr., Cleeman, J. I., Smith, S. C., Jr., & Lenfant, C. (2004). Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Arterioscler Thromb Vasc Biol, 24*(2), e13-18.

Hagberg, J. M. (1990). Exercise, Fitness and hyertension. In exercise, fitness and health: A consensus of current knowledge, Champaign. *IL: Human Kinetics*.

Health, National Institutes of. (1997). the sixth report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *NIH publication*.
Health, National Institutes of. (2003). the seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *NIH publication*.

Hogenkamp, P. S., Jerling, J. C., Hoekstra, T., Melse-Boonstra, A., & MacIntyre, U. E. (2008). Association between consumption of black tea and iron status in adult Africans in the North West Province: the THUSA study. *Br J Nutr, 100*(2), 430-437.

Hong T, Perdersen NL, Liese AD, Brismar K, de Faire U. (1997). Genetic and environmental architecture of the features of the insulin-resistance syndrome. *Am J Hum Genet, 60*, 143-152.

Hunt, K. J., Heiss, G., Sholinsky, P. D., & Province, M. A. (2000). Familial history of metabolic disorders and the multiple metabolic syndrome: the NHLBI family heart study. *Genet Epidemiol, 19*(4), 395-409.

Isomaa, B., Almgren, P., Tuomi, T., Forsen, B., Lahti, K., Nissen, M., . . . Groop, L. (2001). Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care, 24*(4), 683-689.

Izzo, J. L., Jr., & Black, H. R. (1999). The hypertension primer project : An educational experiment. *Hypertension, 33*(1), 167-168.

Izzo, J. L.& Black H.R. (1999). Hypertension Primer(2th ed.). *Baltimore: Lippincott Williams & Wikins*.

Jain, M. G., Harrison, L., Howe, G. R., & Miller, A. B. (1982). Evaluation of a self-administered dietary questionnaire for use in a cohort study. *Am J Clin Nutr, 36*(5), 931-935.

Jee, S. H., Suh, I., Kim, I. S., & Appel, L. J. (1999). Smoking and atherosclerotic cardiovascular disease in men with low levels of serum cholesterol: the Korea Medical Insurance Corporation Study. *JAMA, 282*(22), 2149-2155.

Jiang, Z. Y., Zhou, Q. L., Chatterjee, A., Feener, E. P., Myers, M. G., Jr., White, M. F., & King, G. L. (1999). Endothelin-1 modulates insulin signaling through phosphatidylinositol 3-kinase pathway in vascular smooth muscle cells. *Diabetes, 48*(5), 1120-1130.

Jung CH, Park JS, Lee WY, Kim SW. (2002). Effects of smoking, alcohol, exercise, level of education, and family history on the metabolic syndrome in Korean adults. *The Korean Journal of Medicine, 63(6)*, 648-659.

Jurca, R., Lamonte, M. J., Church, T. S., Earnest, C. P., Fitzgerald, S. J., Barlow, C. E., . . . Blair, S. N. (2004). Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc, 36*(8), 1301-1307.

Kahn, C. R. (1994). Banting Lecture. Insulin action, diabetogenes, and the cause of type II diabetes. *Diabetes, 43*(8), 1066-1084.

Keil, U., Chambless, L., Filipiak, B., & Hartel, U. (1991). Alcohol and blood pressure and its interaction with smoking and other behavioural variables: results from the MONICA Augsburg Survey 1984-1985. *J Hypertens, 9*(6), 491-498.

Kim, J., Lee, N., Jung, S. H., Kim, E. J., & Cho, H. C. (2011). Independent and joint associations of cardiorespiratory fitness and muscle fitness with metabolic syndrome in Korean men. *Metab Syndr Relat Disord, 9*(4), 273-279.

Kim, K., Yang, Y. J., Kim, K., & Kim, M. K. (2012). Interactions of single nucleotide polymorphisms with dietary calcium intake on the risk of metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr, 95*(1), 231-240.

Kokkinos, P., Myers, J., Faselis, C., Panagiotakos, D. B., Doumas, M., Pittaras, A., . . . Fletcher, R. (2010). Exercise capacity and mortality in older men: a 20-year follow-up study. *Circulation, 122*(8), 790-797.

Krabbe, K. S., Pedersen, M., & Bruunsgaard, H. (2004). Inflammatory mediators in the elderly. *Exp Gerontol, 39*(5), 687-699.

Laakso, M., & Lehto, S. (1998). Epidemiology of risk factors for cardiovascular disease in diabetes and impaired glucose tolerance. *Atherosclerosis, 137 Suppl*, S65-73.

Lee, B. W., Wain, J. C., Kelsey, K. T., Wiencke, J. K., & Christiani, D. C. (1998). Association of cigarette smoking and asbestos exposure with location and histology of lung cancer. *Am J Respir Crit Care Med, 157*(3 Pt 1), 748-755.

Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. (2010). Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *J Psychopharmacol, 24*, 27-35.

Lee KS, Cho SD, Hong HS. (2000). The Risk Factors Associated with Increased Blood Pressure, Sugar and Lipids in Multi-phasic Health Checkup Examinee. *Korean J Prev Med, 33(1)*, 69-75.

Lee KY, Cho BM, Lee SI, Bae DW, Lee HR. (2000). Relationships between health practices and hypertension, hypercholesterolemia. *J Korean Acad Fam Med, 21(5)*, 660-671.

Lee o., Kim, S., Kim, Y., Son, H. J., Kim, Y. M., & Choi, B. Y. (2008). Correlation between YMCA ste-test and maximum oxygen consumption as measurement tools for cardiorespiratory. *Korean Journal of Epidemiology, 30(1)*, 73-81.

Liese, A. D., Mayer-Davis, E. J., Tyroler, H. A., Davis, C. E., Keil, U., Schmidt, M. I., . . . Heiss, G. (1997). Familial components of the multiple metabolic syndrome: the ARIC study. *Diabetologia, 40*(8), 963-970.

Lillioja, S., Mott, D. M., Spraul, M., Ferraro, R., Foley, J. E., Ravussin, E., . . . Bogardus, C. (1993). Insulin resistance and insulin secretory dysfunction as precursors of non-insulin-dependent diabetes mellitus. Prospective studies of Pima Indians. *N Engl J Med, 329*(27), 1988-1992.

Maki, K. C. (2004). Dietary factors in the prevention of diabetes mellitus and coronary artery disease associated with the metabolic syndrome. *Am J Cardiol, 93*(11A), 12C-17C.

Martin, B. C., Warram, J. H., Krolewski, A. S., Bergman, R. N., Soeldner, J. S., & Kahn, C. R. (1992). Role of glucose and insulin resistance in development of type 2 diabetes mellitus: results of a 25-year follow-up study. *Lancet, 340*(8825), 925-929.

American College of Sports Medicine. (2009). ACSM's Resorce Manual for guideline for exercise testing and prescription 6th ed. *Philadelphia, PA: Lippinocott Williames & Wilkins*.

Monninkhof, E. M., Elias, S. G., Vlems, F. A., van der Tweel, I., Schuit, A. J., Voskuil, D. W., & van Leeuwen, F. E. (2007). Physical activity and breast cancer: a systematic review. *Epidemiology, 18*(1), 137-157.

O'Hartaigh, B., Jiang, C. Q., Thomas, G. N., Tsvetanov, K. A., Bosch, J. A., Cheng, K. K., & Lam, T. H. (2011). Usefulness of physical fitness and the metabolic syndrome to predict vascular disease risk in older Chinese (from the Guangzhou Biobank Cohort Study-Cardiovascular Disease Subcohort [GBCS-CVD]). *Am J Cardiol, 108*(6), 845-850.

Paffenbarger, R. S., Jr., Thorne, M. C., & Wing, A. L. (1968). Chronic disease in former college students. VIII. Characteristics in youth predisposing to hypertension in later years. *Am J Epidemiol, 88*(1), 25-32.

Paffenbarger, R. S., Jr., Wing, A. L., Hyde, R. T., & Jung, D. L. (1983). Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol, 117*(3), 245-257.

Program, National Hight blood pressure Education. (2003). the seventh report of the joint National Commiitee on Prevention, Detrction, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure(JNC7).

Reaven, G. M., & Chen, Y. D. (1988). Role of insulin in regulation of lipoprotein metabolism in diabetes. *Diabetes Metab Rev, 4*(7), 639-652.

Ruiz, J. R., Sui, X., Lobelo, F., Morrow, J. R., Jr., Jackson, A. W., Sjostrom, M., & Blair, S. N. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ, 337*, a439.

Sayer, A. A., Dennison, E. M., Syddall, H. E., Gilbody, H. J., Phillips, D. I., & Cooper, C. (2005). Type 2 diabetes, muscle strength, and impaired physical function: the tip of the iceberg? *Diabetes Care, 28*(10), 2541-2542.

Sayer, A. A., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Martin, H. J., Phillips, D. I., Cooper, C., & Byrne, C. D. (2007). Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *QJM, 100*(11), 707-713.

Schaap, L. A., Pluijm, S. M., Deeg, D. J., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., . . . Health, A. B. C. Study. (2009). Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 64*(11), 1183-1189.

Shuval, K., Finley, C. E., Chartier, K. G., Balasubramanian, B. A., Gabriel, K. P., & Barlow, C. E. (2012). Cardiorespiratory fitness, alcohol intake, and metabolic syndrome incidence in men. *Med Sci Sports Exerc, 44*(11), 2125-2131.

Stamler, R., Stamler, J., Gosch, F. C., Civinelli, J., Fishman, J., McKeever, P., . . . Dyer, A. R. (1989). Primary prevention of hypertension by nutritional-hygienic means. Final report of a randomized, controlled trial. *JAMA, 262*(13), 1801-1807.

Steele, R. M., Brage, S., Corder, K., Wareham, N. J., & Ekelund, U. (2008). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. *J Appl Physiol, 105*(1), 342-351.

Steene-Johannessen, J., Anderssen, S. A., Kolle, E., & Andersen, L. B. (2009). Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Med Sci Sports Exerc, 41*(7), 1361-1367.

Takata, Y., Ansai, T., Akifusa, S., Soh, I., Yoshitake, Y., Kimura, Y., . . . Takehara, T. (2007). Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 62*(8), 851-858.

Wamala, S. P., Lynch, J., Horsten, M., Mittleman, M. A., Schenck-Gustafsson, K., & Orth-Gomer, K. (1999). Education and the metabolic syndrome in women. *Diabetes Care, 22*(12), 1999-2003.

Korea Ministry of Health Welfare &. (2009). Korea Health Statistics 2009 :Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES IV-3).

Wijndaele, K., Duvigneaud, N., Matton, L., Duquet, W., Thomis, M., Beunen, G., . . . Philippaerts, R. M. (2007). Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. *Med Sci Sports Exerc, 39*(2), 233-240.

Wilson, P. W., Kannel, W. B., Silbershatz, H., & D'Agostino, R. B. (1999). Clustering of metabolic factors and coronary heart disease. *Arch Intern Med, 159*(10), 1104-1109.

Yang EJ, Lim S, Lim JY, Kim KW, Jang HC, Paik NJ. (2011). Association between muscle strength and metabolic syndrome in older Korean men and women the Korean Longitudinal Study on Health and Aging. . *Metabolism 41(7)*, 1361-1367.

Yoo JS, Jeong JI, Park CG, Kang SW, Ahn JA. (2009). Impact of lifestyle characteristics on prevalence risk of metabolic syndrome. *J Korean Acad Nurs, 39(4)*, 596-601.

건강보험심사평가원. (2003). 2002 건강보험심사평가통계연보. *서울: 건강보험심사평가원.*

김영일, 최철수, 김상욱, 이종수, 김형호, 이무송, 이상일, 박중열, 홍성과느 이기업. (1998). 정읍지역 주민에서 당뇨병 및 내당능장애의 유병률. *당뇨병, 22(3)*, 363-371.

남문석, 이은직, 남수연, 조재화, 송영득, 임승길, 김경애, 이현철, 허갑범. (1995). 비당뇨성 성인에서 혈중 기저 인슐린치와 혈압과의 관련성. *당뇨병, 19*, 153-162.

대한공중보건의사협의회. (1999). 우리나라 농어촌지역 성인의 고혈압 유병률. *내한내과학회지, 56(3)*, 299-315.

박석원, 정윤석, 윤용석, 차봉수, 송영득, 이현철, 허갑범. (1998). 건강한 젊은 남성에 있어서 인슐린저항성과 관련인자에 관한연구. *당뇨병, 22*, 504-512.

박수경, 김정순. (1996). 국민건강조사자료를 통한 체질량지수와 고혈압과 당뇨병 유병률과의 관계. *가정의학지, 30(6)*, 771-786.

보건복지부. (2005a). 국민건강증진종합계획 Health Plan 2010-분야별 세부추진 계획. *서울: 보건복지부.*

이창진. (2012). 우유섭취와 대사증후군의 관련성 2007-2010 국민건강영양조사 자료를 이용하여. *대한지역사회영양학회지*(17(6)), 795~804.

임열리, 황승욱, 심현준, 오운예, 장유수, 조비룡. (2003). ATP Ⅲ의 진단기준에 따른 대사증후군의 유병률과 관련위험요인 분석. *대한가정의학회지, 23*, 135-143.

질병관리본부. (2007). 국민건강영양조사 제 3 기 조사결과 심층분석 연구 보고서: 검진부분. *서울: 질병관리본부.*

최연희, 남정모, 주미현, 문기태, 심지선, 김현창, 서일. (2003). 과천시민의 고혈압인지, 치료, 조절과의 관련요인. *예방의학회지, 36(3)*, 263-270.

통계청. (2006). 2005 년 사망원인통계결과. *서울: 통계청.*

하용찬, 천현주, 황혜경, 김병성, 김장락. (2000). 농촌 지역의 고혈압 유병률, 관리양상 및 그 관련요인. *예방의학회지, 33(4)*, 513-520.

한국보건사회연구원, 보건복지부와. (2003). 한국인의 주요상병 및 건강행태 분석 - 2001 년 국민건강영양조사 건강부분 심층분석 결과. *서울: 보건복지부.*

허갑범, 박성원, 이현철, 이종호. (1999). 한국인의 인슐린저항성증후군. *대한내분비학회지, 14*(1=13).

ABSTRACT

Longitudinal study on the relationship between the level of Fitness and Metabolic Syndrome incidence among adult aged 40 and over

– For adults above 40 years old in rural area –

Shin, Seung min

Department of physical Education, Health Exercise and Science

The Graduate School

Seoul National University

The purpose of this study was to investigate the relationship between level of physical fitness and metabolic syndrome prevalence and incidence based on the cross-sectional study and longitudinal study.

This study analyzed 2,633 person over 40years old who participated in Y area cohort survey during 2007~2011. Measure of waist circumference, resting blood pressure, fasting Lipids, and glucose were taken during baseline and follow-up examination. Baseline muscle strength was quantified as Grip-strength and Leg-strength and cardiorespiratory fitness measured by YMCA-step test. Metabolic syndrome was defined with NCEP ATP-III criteria. During mean follow-up 769.53days 672 person was censored and 63 men(11.1%), 126 women(13.5%) developed metabolic syndrome.

Adjusted confound factor as age, sex, drink alcohol, smoke and calcium intake.

First. Adjusted confound factor metabolic syndrome prevalence was significantly decrease as increase Grip-strength (p-trend<0.001), metabolic syndrome incidence was significantly decrease as increase Grip-strength (p-trend<0.003) and metabolic syndrome prevalence was significantly decrease as increase Leg-strength (p-trend<0.001), metabolic syndrome incidence was decrease as increase Grip-strength but not significantly (p-trend=0.1784) and metabolic syndrome prevalence was significantly decrease as increase cardiorespiratory fitness(p-trend<0.001), metabolic syndrome incidence was decrease as increase cardiorespiratory fitness but not significantly (p-trend=0.2505).

Second. Adjusted confound factor central obesity and hypertension were significantly decrease as increase Grip-strength (p-trend<0.007), As increase Leg-strength central obesity was significantly decrease(p-trend=0.0001) and hypertension were decrease but not significantly(p-trend=0.1358). low-HDL incidence risk; HR=0.56 95%CI(0.26-0.99) compares between highest cardiorespiratory group and lowest cardiorespiratory group.

In conclusion, muscle strength and cardiorespiratory fitness are strong predictor of metabolic syndrome prevalence and incidence. Specially grip-strength is sensitive predictor of central obesity and hypertension risk.

Keyword : grip-strength, Leg-strength, cardiorespiratory fitness, metabolic syndrome, longitudinal study