

한국인의 비만지표와 대사증후군
위험요인의 관련성에 대한 연구

연세대학교 보건대학원

건강증진교육학과

박 미 정

한국인의 비만지표와 대사증후군
위험요인의 관련성에 대한 연구

지도 남 정 모 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함

2006년 6월 일

연세대학교 보건대학원

건강증진교육학과

박 미 정

박미정의 석사 학위 논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 보건대학원

건강증진교육학과

2006년 6월 일

감사의 글

바쁘신 가운데, 본 논문이 완성되기까지 세심한 지도와 자상한 배려로 이끌어 주신 남정모 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 따뜻한 격려와 지도로 논문을 심사해주신 오경원 교수님, 이순영 교수님께도 이 자리를 빌어 진심으로 감사를 드립니다.

대학원 공부를 시작할 때부터 마치는 순간까지도 직장생활과 학문을 병행 하는데 늘 큰 힘이 되어주시고 열렬한 지원을 아끼지 않으신 샤샤킴 원장님과 남태열 부원장님을 비롯한 나의 소중한 직장 동료 여러분께도 미안함과 고마운 마음을 전합니다.

무엇보다 언제나 그 자리에서 마음속의 든든한 버팀목이 되어주셨던 하늘에 계신 엄마와 가족들, 부족한 며느리였던 저에게 항상 너그러운 마음과 이해로 감싸주신 우리 어머님께도 감사를 드리며, 친동생처럼 살피주시고 아껴주시는 선녀언니, 선미언니께도 진심으로 감사의 마음을 드립니다.

대학원 생활을 함께할 수 있어서 행운이었던 동기 박희숙 선생님, 전동숙 과장님, 유성혜 선생님, 이정화 선생님, 신상익 선생님 그리고 경양이 모두 감사한 마음을 전하며, 소중한 인연 끝까지 이어갈 수 있기를 소망합니다.

마지막으로 대학원 생활을 시작할 수 있도록 힘과 용기를 주고 학업을 무사히 마칠 수 있도록 물심양면으로 지지와 후원을 다해준 사랑하는 우리 신랑 윤상호 씨께 사랑과 고마움을 전합니다.

2006년 6월

박 미 정

차 례

국문요약

I. 서론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	3
3. 이론적 배경	5
1) 대사증후군의 진단기준	5
2) 대사증후군과 비만지표	6
II. 연구방법	8
1. 연구대상	8
2. 자료수집 방법	8
1) 신체계측 및 혈압측정	8
2) 혈액검사	9
3. 연구모형	10
4. 분석방법	11
III. 연구결과	12
1. 연구대상자의 일반적 특성	12
2. 대사증후군 위험요인별 비만지표 비교	16
3. 대사증후군 위험요인별 비만지표들의 예측도 비교	18
1) 비만지표간의 상관관계 비교	18
2) 대사증후군 위험요인에 대한 비만지표들의 예측도	18

3) 대사증후군 위험요인에 대한 비만지표들의 연령별 예측도	22
4) 대사증후군 위험요인에 대한 비만지표들의 기준치	25
IV. 고찰	28
V. 결론	30
참고문헌	32
Appendix	35
Abstract	40

표 차 례

Table 1.	The distribution of study variables in male	14
Table 2.	The distribution of study variables in female	15
Table 3.	Obese indices according to whether or not having each metabolic syndrome risk factors by sex	17
Table 4.	Correlation coefficient of obesity indices adjusted by sex	18
Table 5.	Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices in male	20
Table 6.	Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices in female	21
Table 7.	Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices according to age group in male	23
Table 8.	Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices according to age group in female	24
Table 9.	Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of obesity indices in relation to each metabolic syndrome risk factors in male	26
Table 10.	Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of obesity indices in relation to each metabolic syndrome risk factors in female	27

국문 요약

본 연구는 2001년 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상의 남녀 7032명(남: 3119명, 여: 3913명)을 대상으로 대사증후군의 위험요인과 체질량지수(body mass index: BMI), 허리·엉덩이둘레비(waist hip ratio: WHR), 허리둘레(waist circumference: WC), 허리·신장비(waist height ratio: W/Ht)의 관련성과 진단기준점을 제시하고자 하였다. 대사증후군 선별기준을 수정된 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NCEP ATP III)으로 하여 중성지방은 150mg/dl, 고밀도 콜레스테롤은 남자 40mg/dl, 여자 50mg/dl, 혈압 130/85mmHg, 공복혈당 110mg/dl, WC는 남자 90cm, 여자 80cm를 각각 기준으로 하였고 이 중 3가지의 위험요인에 대해 위험군에 속하면 대사증후군으로 진단하였다. 이때 비만지표로서의 WC 뿐만 아니라, BMI, WHR, W/Ht에 대해서 그 타당성을 알아보하고자 하였기 때문에 WC를 제외한 4가지 위험요인 중 2가지 이상의 위험군에 속하는 경우에서도 각각의 비만지표들의 관련성을 알아보았으며 결론은 다음과 같다.

첫째, 한국인에서 대사증후군의 위험요인들과 4가지 비만지표는 남녀 모두 유의한 관련성을 보였다($p < 0.01$). 비만지표간의 상관관계에 있어서는 모두 유의한 양의 상관관계를 보였고, 남녀 모두 WC와 W/Ht가 가장 강한 상관관계(남: $r = 0.91$, 여: $r = 0.95$)를 보였다.

둘째, Receiver Operator Characteristic curves(ROC) 면적을 이용하여 각각의 비만지표 중 대사증후군의 위험요인을 예측하는데 가장 좋은 지표를 분석한 결과 남성은 W/Ht, WC의 순이었으며, 여성은 W/Ht가 가장 좋은 지표였다.

셋째, 각각의 비만지표들의 대사증후군 위험요인들에 대한 예측도를 분석한 결과 연령별에 따라 약간의 차이가 있었으며, 남성의 30세~49세에서는 WC와 W/Ht, 50세~64세에서는 W/Ht, 그리고 65세 이상에서는 상대적으로 WHR이 좋은 지표였다. 여성은 모든 연령층에서 W/Ht가 가장 좋은 예측 능력을 보였으며, 다음으

로 30세~49세에서는 WC, 50세~64세는 WHR이 좋은 예측 능력을 보였다.

넷째, 대사증후군의 위험이 증가하는 비만지표의 기준치는 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)의 합이 가장 큰 값으로 하였다. 분석 결과 남성은 BMI는 22.7, WHR은 0.865, WC는 81.8, W/Ht는 0.476 이었다. 여성은 BMI는 23.8, WHR은 0.845, WC는 78, W/Ht는 0.502 이었다.

본 연구의 결과 다른 비만지표에 비해 W/Ht가 대사증후군 위험요인을 선별하는데 있어서 보다 좋은 예측 능력을 보여준다. 즉 W/Ht가 중심성 비만을 나타내는 측정치로서 간편하고 유용하게 사용될 수 있고, 대사증후군에 대한 선별검사로서 BMI, WHR, WC 이상으로 우수한 것으로 보여진다. 그러나 대사증후군의 중요한 유발인자가 될 수 있는 과거력이나 가족력에 대한 사항이 보정되지 않았으며 혈청학적 검사에 영향을 줄 수 있는 기저질환 및 약물 중 고혈압과 당뇨병을 제외하고는 보정되지 못한 제한점이 있다. 향후 이 연구의 주제와 관련하여 기저질환 및 생활습관들을 보정한 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

I. 서론

1. 연구의 배경

과거 비만은 단지 미용 상의 문제에 불과하였으나, 근래에 들어와서는 건강과 관련된 명백한 하나의 질환으로 인식되고 있다. 과거의 아시아는 서구유럽에 비해 비만 유병률이 높지 않아, 고지방의 음식을 주로 섭취하는 서구 선진국들의 문제로만 여겨져 왔다면, 최근에 이르러서는 한국을 비롯한 서태평양지역이 사회경제적 성장으로 인하여 식습관의 서구화와 상대적인 운동량 감소 등 생활환경의 변화로 더 이상 비만의 안전지대가 아니라는 지적이 일고 있다(권오현, 2001; 문현경, 2005).

원론적으로 비만은 지방세포의 비대나 수적인 증가에 의해 체내에 지방이 과다하게 축적된 상태를 말한다. 즉 비만은 에너지 섭취와 소비간의 불균형 때문에 생기며 단순히 하나의 질병이라기보다는 대사 장애를 동반할 수 있는 질환의 집합체라는 것이다(조비룡, 2003). 그러나 비만이 더욱 중요하게 인식되는 이유는 우리가 알고 있는 생활습관병(life style disease) 특히 대사증후군과 심혈관계 질환의 가장 유력한 위험요인으로 그 유병률이 점점 증가하고 있기 때문일 것이다. 특히 비만은 당대사 및 지질대사 이상을 초래하여 제2형 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 동맥경화증, 관상동맥 질환 등을 유발하는 독립위험인자로 널리 알려져 있다(Lydia 등, 2002).

이러한 비만도의 평가로서 체중의 측정, 피부주름두께 측정법, 비만도 지수, 체지방 측정, 부위별 지방분포, 지방세포 크기와 지방세포수 측정 등이 있으나 비만한 경우 전체적인 비만의 정도도 중요하지만 비만 자체보다는 지방의 분포 상 복부 비만의 형태가 대사성 질환이나 심혈관질환의 위험이 높은 것으로 밝혀져 있고, 특히 내장 지방이 많이 축적되어 있을 경우 그 위험이 더 높아진다고 알려져 있다(대한비만학회, 1996). 특히 복부내장에 과잉 축적된 지방이 분해 되어 유리지방

산이 증가되며, 이러한 유리지방산이 간문맥을 통해 쉽게 흡수되어 고인슐린혈증과 같은 대사이상을 유발하는 것으로 설명하고 있다(김상만 등, 1997). 이를 위해 내장지방 상태 즉 복부지방 상태를 파악하는 직접적인 측정방법인 컴퓨터 단층촬영이 있지만 비용이 매우 비싸고, 방사선에 노출되는 위험성을 내포하고 있어 임상적으로 이용하기에는 많은 어려움이 있다(이근미, 2000). 이러한 이유로 간접적인 측정방법인 허리둘레(waist circumference, 이하 WC로 표기), 허리·엉덩이둘레비(waist hip ratio, 이하 WHR로 표기), 체질량지수(body mass index, 이하 BMI로 표기)등의 방법을 사용하고 있다. 또한 아직까지 정상 BMI 및 정상 WC를 갖는 대상자들에서 대사 위험이 높은 대상들을 선별할 만한 단일화되고 간편한 비만지표가 없는 실정인어서 변정수 등(2004)은 허리·신장비(waist height ratio, 이하 W/Ht로 표기)를 이용하여 비만지표로서의 유용성을 설명하기도 하였다.

비만은 치료가 힘들 뿐 아니라 대사 합병증으로 인해 사회적, 경제적으로 많은 비용이 소모된다는 점을 고려할 때 예방이 더욱 강조되는 질환이다. 그러므로 우리가 많이 사용하고 있는 비만지표들을 비교하여 이러한 지표들이 대사증후군을 예측하는 비만지표로서의 관련성과 타당도를 가지고 있는지 알아보고자 하였으며, 더불어 위험집단에 따른 비만지표의 정확도비교와 한국인에 맞는 기준치를 제시하여 대사증후군 위험집단을 예측하기 위한 간단하고 효율적인 비만 지표를 제시하고자 하였다.

2. 연구의 목적

대사증후군은 1998년 WHO에서 진단기준을 발표한 후 2001년도 미국의 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NCEP ATP III), American Association of Clinical Endocrinologists(AACE), European Group for the study of Insulin Resistance(EGIR), International Diabetes Foundation(IDF) 등에서 다양한 기준들이 제시되었다. 그러나 체격이 서양인과 다른 아시아인들에서는 NCEP ATP III의 진단기준에서 복부비만의 허리기준을 남자 90cm, 여자 80cm으로 낮추어야 한다는 아시아태평양 기준의 수정된 ATP III기준이 제시되었으며, 이를 여러 가지 방법으로 연구해서 서양인과는 다른 허리기준을 적용해야 한다는 의견을 포함한 다양한 진단기준이 제시되고 있다(Tan 등, 2004). 현재 우리나라에서는 대사증후군에 대한 대다수의 연구에서 수정된 ATP III를 사용하고 있으며, 이 기준은 인슐린저항성을 포함하여 비만과 그 외 혈액검사로 해당되는 모든 사람을 다 진단할 수 있기에 유용하다(이혜정 등, 2005). 그러나 이러한 대사증후군 유발의 중요한 위험요인인 비만에 대한 지표로 WC의 기준점이 명확치 않다. 또한 대표적인 비만지표인 BMI에 대해서는 한국인의 경우 BMI가 낮은 상태에서도 대사증후군이나 심혈관질환의 위험이 높으며 이에 따른 사망률도 증가하고 있다(박혜순 등, 2006).

따라서 본 연구는 BMI와 복부비만을 예측할 수 있는 여러 비만지표들을 이용하여 어떤 비만지표가 대사증후군 또는 대사증후군 위험요인과 가장 관련성이 큰지를 알아보려고 하였다.

이 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 한국인에서 대사증후군의 위험요인과 비만지표들 간의 관련성을 분석하고,
둘째, 대사증후군을 예측하는데 가장 타당성이 높은 비만지표가 무엇인지 알아보고,

셋째, 대사증후군 예측정도가 성별, 연령별 차이가 있는지 알아보고,

넷째, 대사증후군의 위험이 증가하는 각각의 비만지표에 대한 기준치를 Receiver Operator Characteristic curves(ROC curve)를 이용하여 구하고자 하였다.

3. 이론적 배경

1) 대사증후군의 진단기준

대사증후군의 정의 및 진단기준은 각 지역별, 인종별로 여러 형태가 있겠으나 현재 많이 사용되고 있는 것들은 아래와 같다.

2001년도 미국의 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NCEP ATP III)에서는 복부비만의 기준으로 WC를 사용하며 남자 102cm(40inch), 여자 88cm(35inch)를 기준으로 정의하고 중성지방 150mg/dl, 고밀도 콜레스테롤은 남자 40mg/dl, 여자 50mg/dl, 혈압130/85mmHg, 공복혈당 110mg/dl, 이상의 기준에 3가지 이상을 만족하면 대사증후군으로 정의한다. 그러나 수정된 NCEP ATP III에서는 허리둘레만을 남자 90cm, 여자 80cm를 기준으로 대사증후군을 정의했다.

세계보건기구(WHO, 1998)의 기준에 의한 대사증후군은 당뇨병, 공복혈당장애, 내당능장애 혹은 HOMA 인슐린 저항 중 1가지 이상으로 정의되는 인슐린저항성이 있고 혈압이 140/90mmHg이나 항고혈압약을 복용하고 있는 경우, 혈장 중성지방 150mg/dl(1.7mmol/L), 고밀도 콜레스테롤이 남자는 35mg/dl(0.9mmol/L), 여자 39mg/dl(1.0mmol/L), BMI>25kg/m² 혹은 허리둔부비가 남자 0.9, 여자 0.85인 경우, 소변의 알부민 배설률이 20μg/min 혹은 알부민:크레아티닌 비가 30mg/g을 기준으로 미세알부민뇨가 있는 경우 중 적어도 2가지 이상을 만족하면 대사증후군으로 정의했다.

그러나 2004년 WHO의 서태평양 지부에서는 동양인에 대한 새로운 기준으로 BMI가 25kg/m²을 기준으로 비만으로 정의하였으며 허리둘레가 남자 90cm, 여자 80cm 이상일 때 대사증후군의 유병률이 현저히 증가함을 보고하였다.

American Association of Clinical Endocrinologists(AACE, 2003)의 기준에 의한 대사증후군은 심혈관질환, 고혈압, 다낭성 난소 증후군, 비알콜성 지방간, 흑색 극세포종의 과거력, 제2형 당뇨병, 고혈압, 심혈관 질환의 가족력, 임신성 당뇨병이나 포도당 불내성의 과거력, 코카시안이 아닌 경우, 좌식생활습관, BMI 25kg/m² 그리

고 WC가 남자 40inch, 여자 35inch, 연령이 40세 이상 중 적어도 한 가지 이상이 있고 중성지방 150mg/dl(1.69mmol/L), 고밀도 콜레스테롤이 남자 40mg/dl(1.04mmol/L), 여자 50mg/dl(1.29mmol/L), 혈압130/85mmHg, 2시간 당부하 후 혈당 140mg/dl, 공복혈당 장애 중 2가지 이상이 있는 경우로 정의하였다. European Group for the study of Insulin Resistance(EGIR, 2002)의 기준에 의해서 공복시 고인슐린혈증이 있고, 당뇨병 환자가 아닌 경우는 공복시 혈당 6.1mmol/L(110mg/dl), 혈압140/90mmHg 혹은 혈압약을 복용하는 경우, 중성지방 2.0mmol/L(180mg/dl) 혹은 저고지단백혈증 1.0mmol/L 혹은 고지혈증으로 치료받고 있는 경우, 허리둘레 남자 94cm, 여자 80cm인 경우 중 2가지 이상을 만족하는 경우 대사증후군으로 정의하였다. EGIR에서 정의하는 고인슐린혈제이란 당뇨병이 없는 사람들의 공복시 인슐린에서 상위 25%에 해당하는 값 이상을 나타낸다. 당뇨병이 없다면 당뇨병으로 진단된 적이 없고, 공복혈당이 110mg/dl미만이고, 식후 2시간 혈당이 140mg/dl 미만인 경우다.

그러나 최근 the International Diabetes Foundation(IDF, 2005)에서는 glucose가 100mg/dl(includes diabetes)으로 하향되어 대사증후군을 진단하였으며, 최근 W/Ht 0.5 이상인 경우도 심장혈관질환 및 대사증후군의 위험요인으로 보고하였다(Hsieh 등, 2006).

2) 대사증후군과 비만지표

대사증후군은 잘 알려진 바와 같이 인슐린 저항성을 기반으로 복부 비만, 내당능 장애, 고혈압, 이상지질혈증 등을 포함하는 일련의 질환군으로 당뇨병의 발생위험도뿐만 아니라 심장혈관질환의 발생과 매우 밀접한 연관이 있다(문현경, 2005). 실제로 미국인의 대사증후군 유병률은 남자에서 24.0%, 여자에서 23.4%로서 국민보건 상 매우 중요한 건강 문제로 인식되었다(Ford 등, 2002). 따라서 대사증후군의 빠른 발견과 조기 치료 및 예방은 매우 중요한 것으로서 비만치료의 활용은 적은 비용과 접근하기 쉬운 지표로서 그 활용 폭이 크다. 현재까지 여러 가지 비만 기준에 의하여 대사증후군을 정의하고 진단하였는데 정혜원 등(2002)은 한국인 성인에서 WHO 서태평양지부에서 제시한 아시아인의 새로운 비만 기준을 대사증후군

의 정의에 처음 적용하여 대사증후군 유병률이 남성에서 BMI가 $25.0\text{kg}/\text{m}^2$ 이상인 경우, 여성에서는 $23.0\text{kg}/\text{m}^2$ 이상인 경우 현저한 증가를 보였고, 남성의 허리둘레 86.0~90.0cm인 경우, 여성에서 77.0~81.9cm인 경우 유병률 증가가 현저함을 보고하였다. 최성희 등(2004)도 한국 성인 대사증후군에 대한 보고서에서 BMI의 기준치가 남성에서 $24.8\text{kg}/\text{m}^2$, 여성에서 $24.9\text{kg}/\text{m}^2$ 이었고 WC의 경우 남성에서 86cm, 여성에서 82cm으로, 그 외 임열리 등(2003), 박혜순 등(2003), 박승하 등(2003) 현재까지 발표된 많은 논문들에서 NCEP ATP III 기준을 사용하여 대사증후군 및 심혈관질환의 위험요인들을 언급하였다. 즉 지금까지 비만에 대한 지표로써 BMI와 WC가 대표적으로 사용되어왔다고 해도 과언이 아니다. 그러나 또 한편으로 Heish 등(2006)은 대사증후군 위험요인의 비만지표로써 W/Ht의 유용성에 대해 보고하고 있다. 즉 W/Ht가 0.5이상인 경우 대사증후군의 비만지표로 가장 효용성이 있다는 보고가 그것이다. 반면 Azizi 등(2005)은 WHR이 과체중이나 비만 여성에게 있어서 심장혈관질환 위험요인으로써의 중요성을 부각시키는 보고를 발표하기도 하였다.

이렇듯이 비만이 대사증후군이나 심혈관질환의 위험요인이라는 것은 이제 누구도 부인할 수 없는 자명한 일이며 그렇다면 한국인에 있어서 대사증후군의 위험이 증가하는 각각의 비만지표에 대한 특이도와 타당도를 비교하여 보다 정확한 선별기준을 알아보는 것이 필요할 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

2001년도 국민건강영양조사자료 중 20세 이상의 조사 집단 중에서 가구방문 면접조사와 질병이환검사, 건강검진검사가 완료된 7032명(남: 3119명, 여: 3913명)을 대상으로 하였다. 건강면접조사는 이환실태, 의료이용 및 활동제한이 조사되었고 보건 의식행태조사는 면접조사와 자기 기록조사를 병행하여 건강관련 위험요인의 실태를 조사하였다. 건강검진조사는 현지조사지역에서 검진을 통한 채혈, 신체계측 및 혈압을 측정하였다.

2. 자료수집 방법

1) 신체계측 및 혈압 측정

이 연구에서 측정한 신체계측에는 신장, 체중, 허리둘레, 엉덩이둘레가 포함되었다. 접수를 완료한 검진대상자에게 탈의실로 이동케 하고 겹옷을 탈의한 후 신체계측원칙에 의거하여 가운을 입힌 채로 측정하였다. 계측 시에는 국제적으로 공인된 신체계측장비를 사용하여 신뢰성 있는 측정치를 산출하고자 하였다. 허리둘레는 피검자의 양팔은 측면에 두고 발을 모으고 곧바로 서게 한 후 측정자는 피검자의 정면에 서서 줄자를 피검자의 상체 중 가장 좁은 부위인 허리에 감아 측정하였다. 정상적인 호기의 마지막 단계에 피부를 누르지 않도록 하고 0.1cm까지 측정하였다. 간혹 비만한 피검자의 경우는 허리의 좁은 부위를 가려내기가 어려운데 이때는 늑골과 장골능선사이에서 가장 작은 둘레를 측정하였다. 엉덩이둘레는 골반 크기를 측정하는 것이며 이 부위 지방조직의 양을 반영하는 것으로, 엉덩이의 뒤쪽에서 가장 넓은 부위에서 수평면을 이루도록 하여 측정하였다. 각각의 비만도는 신체 계측치를 이용한 BMI, WC, WHR, W/Ht로 나타내었다. BMI는 체중(kg)

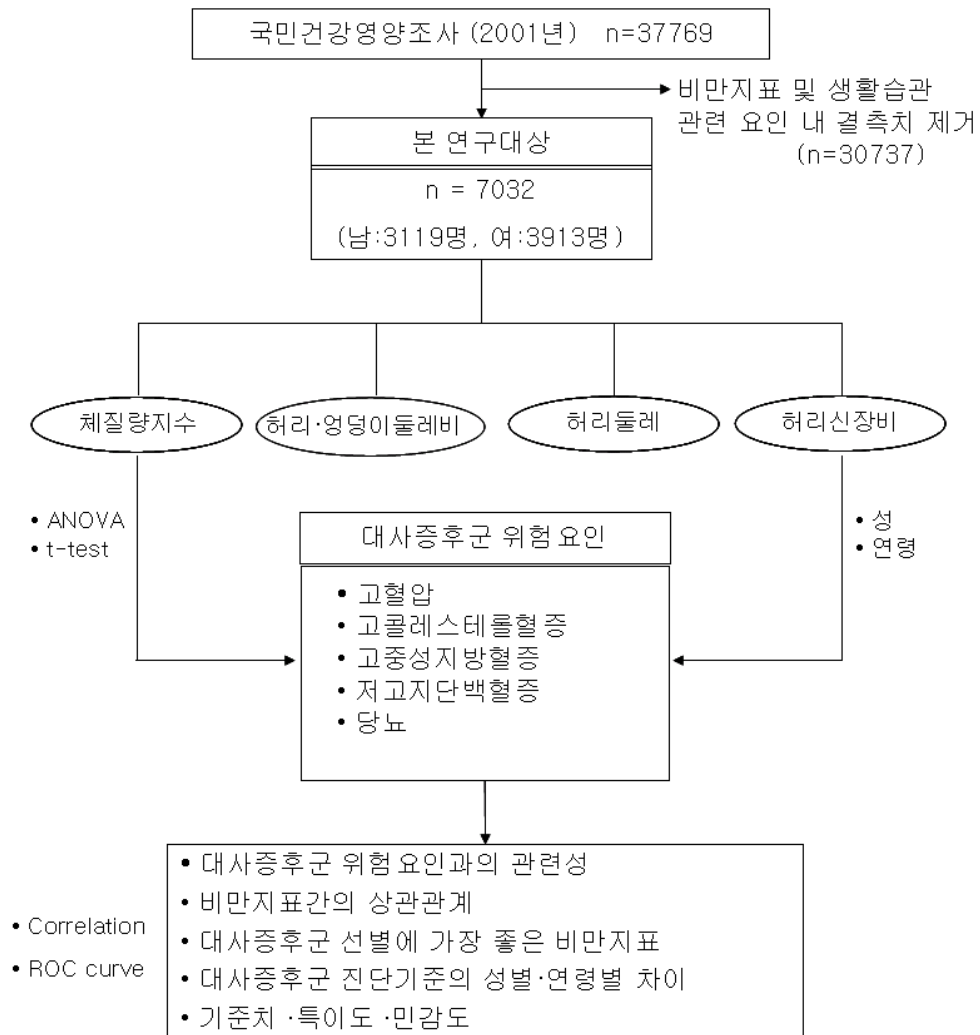
을 신장(m)을 제곱한 수치로 나눈 값이다. WHR는 허리둘레(cm)를 둔부둘레(cm)로 나눈 값으로 정하였으며, W/Ht는 허리둘레(cm)를 신장(cm)으로 나눈 값으로 정하였다.

혈압측정시는 맥박측정과 팔둘레 측정치에 맞는 커프 사이즈를 선택하였으며, 1차 혈압 후 5분간 안정을 취한 상태에서 2차 혈압을 측정하였으며, 2회 측정치 차이가 4mmHg 이상일 때는 3차 혈압을 측정하였다. 본 자료의 측정치는 두 혈압의 평균을 사용하였다.

2) 혈액검사

혈액은 공복시간 준수 및 채혈 전 유의사항을 채혈 전날 본인에게 통보, 설명하였으며 공복시간을 확인한 후 채혈을 실시하였다. 채혈한 혈액은 현장에서 원심분리기를 이용하여 혈청분리관으로 분리 후 냉장 포장하여 중앙검사센터에서 검체 분석을 실시하였다. 공복혈당(fasting blood sugar), 총콜레스테롤(total cholesterol), HDL-콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol), 중성지방(triglyceride)은 자동분석기(Autoanalyzer Hitachi 747, Hitachi Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 효소법으로 측정하였다.

3. 연구 모형



4. 분석 방법

통계 분석은 SAS프로그램을 이용하였고, 모든 측정치는 평균±표준편차로 표시하였다. 남녀별로 신체계측 및 생화학적 지표의 연령별 차이는 one-way ANOVA를 사용하였고, 대사증후군의 진단기준별 각 비만지표의 차이는 t-test로 분석하였다. 각 비만지표간의 상관관계는 correlation을 사용하였다. 대사증후군의 위험을 반영하는 최적의 비만지표와 기준점을 찾기 위하여 Receiver Operating Characteristic(ROC) 분석을 하였다. 면적값은 0과 1사이 값을 가지며 0.5에 가까울수록 예측력이 없고 1이면 완벽하게 예측한다고 결정하였다. 또한 기준값은 민감도와 특이도의 합이 최대가 되는 값으로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

한국인 7032명(남: 3119명, 여: 3913명)의 성별 연령별 신체계측 및 생화학적 측정치의 분포는 다음의 표와 같다(Table1, Table2). 남성의 평균체중은 65.6kg, 평균신장은 168.0cm이며 연령별로 보았을 때 체중은 30세에서 39세 사이가, 신장은 20세에서 29세 사이가 가장 높았다($p<0.01$). WC의 평균치는 81.9cm로 연령이 증가함에 따라 계속적으로 증가추세를 보이다가 70세 이후가 되면 급격히 감소하는 경향을 보여 전체 평균보다 작은 값을 나타내었다($p<0.01$). 평균 BMI는 23.1로 20세에서 49세까지는 점차 증가하였고 50대는 큰 차이 없다가 60세 이후에 다시 감소 경향을 보였다($p<0.01$). 그러나 BMI기준에 의하면 정상이었다. 엉덩이 둘레는 평균 93.4cm, WHR의 평균은 0.88로서 연령이 증가할수록 증가하다가 70세 이후에 다소 감소하는 경향을 보였다($p<0.01$). W/Ht는 연령이 증가함에 따라 증가하였고 70세 이후에 감소하였다($p<0.01$). 확장기 혈압은 평균 77.2mmHg로서 역시 70세 이후에 현저하게 감소하는 경향을 보였고, 수축기 혈압은 평균 123.4mmHg로 연령이 증가함에 따라 증가하다가 70세 이후에 감소하였다($p<0.01$). 총콜레스테롤치의 평균은 182.2mg/dl로서 40세에서 69세 까지가 비슷하게 높은 수치를 보였으나 총콜레스테롤치의 기준에 의하면 정상이었다($p<0.01$). HDL의 평균은 44.4mg/dl로서 근소한 차이로 20세에서 29세 사이가 가장 높았으며, 중성지방은 146.8mg/dl로 50세에서 59세 사이가 가장 높았다($p<0.01$). 공복시혈당은 95.1mg/dl로서 50세에서 59세 사이가 가장 높으나 기준치로서는 정상에 해당되었다.

여성은 평균체중 55.9kg이며, 평균신장은 156.1cm으로 측정되었고, 체중은 50세에서 59세 사이가 60.0kg으로 가장 높이 측정되었다($p<0.01$). 신장은 남성과 마찬가지로 20세에서 29세 사이가 가장 높았다. 허리둘레의 평균치는 76.8cm로 연령이 증가함에 따라 계속적으로 증가추세를 보이다가 70세 이후가 되면 급격히 감소하

는 경향을 나타내었다($p<0.01$). 평균 BMI는 22.9로 연령이 증가함에 따라 점차 증가하는 경향을 보이고 70세 이후에 다시 감소경향을 보였다($p<0.01$). 엉덩이 둘레는 평균 92.4cm로, WHR의 평균이 0.83으로서 연령이 증가할수록 증가하다가 70세 이후에 다소 감소하는 경향을 보였다($p<0.01$). W/Ht의 평균은 0.49로 연령에 따라 증가하여 60세에서 69세 사이에 0.56으로 가장 높은 수치를 기록하였으나 역시 70세 이후에 감소경향을 보였다. 확장기 혈압은 평균 72.9mmHg, 수축기 혈압은 평균 117.5mmHg로 연령이 증가함에 따라 증가하다가 70세 이후에 감소하였다($p<0.01$). 총콜레스테롤치의 평균은 184.2mg/dl로서 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다($p<0.01$). HDL의 평균은 48.4mg/dl로서 20세에서 29세 사이가 가장 높았으며, 중성지방은 120.4mg/dl로 60세에서 69세 사이가 가장 높았다($p<0.01$). 공복시혈당은 95.0mg/dl로서 60세에서 69세 사이가 가장 높으나 기준치로서는 정상에 해당되었다($p<0.01$).

Table 1. The distribution of study variables in male

Variables	20-29 (n=400)	30-39 (n=633)	40-49 (n=572)	50-59 (n=379)	60-69 (n=309)	70- (n=826)	Total (n=3119)
Weight	69.1±10.8	70.3±10.0	69.5±9.4	66.7±9.0	63.9±9.3	57.6±14.4	65.6±12.3*
Height	173.0±5.9	171.6±5.8	169.4±5.6	166.8±5.5	165.5±6.2	163.4±11.7	168.0±8.6*
BMI	23.1±3.4	23.8±3.0	24.2±2.9	24.0±2.8	23.3±3.0	21.3±3.8	23.1±3.4*
WC	80.0±8.6	83.8±7.7	85.8±7.4	85.6±8.0	85.4±8.5	75.6±11.3	81.9±9.9*
HC	94.8±6.3	95.5±5.9	95.3±5.5	93.8±5.6	93.2±6.0	89.7±9.3	93.4±7.3*
WHR	0.84±0.05	0.88±0.05	0.90±0.05	0.91±0.06	0.92±0.06	0.84±0.07	0.88±0.07*
W/Ht	0.46±0.05	0.49±0.04	0.50±0.04	0.51±0.05	0.52±0.05	0.46±0.06	0.49±0.06*
DBP	76.3±10.0	79.3±9.9	81.5±11.0	82.7±11.8	82.2±11.2	68.7±12.7	77.2±12.5*
SBP	120.5±12.2	120.8±12.0	124.1±16.2	130.0±19.2	135.6±20.8	118.8±17.0	123.4±17.0*
TC	174.5±33.0	186.4±32.8	194.3±34.2	192.5±33.7	193.8±33.9	165.4±30.7	182.2±34.8*
HDL	45.1±9.4	44.3±10.0	43.9±10.1	43.9±9.8	43.8±10.6	45.0±9.5	44.4±9.9*
TG	131.2±75.3	159.0±82.6	169.3±86.8	170.9±84.8	161.1±86.2	113.0±69.8	146.8±83.3*
FBS	91.9±13.7	95.5±18.5	95.6±26.0	97.9±26.0	97.3±30.0	94.0±18.1	95.1±21.9*

1)*p<0.01

2)BMI(body mass index), WC(waist circumference), HC(hip circumference), WHR(waist hip ratio), W/Ht(waist height ratio), DBP(diastolic blood pressure), SBP(systolic blood pressure), TC(total cholesterol), HDL(high density lipoprotein cholesterol), TG(total triglyceride), FBS(fasting blood sugar)

Table 2. The distribution of study variables in female

Variable	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-	Total
^s	(n=548)	(n=837)	(n=732)	(n=468)	(n=402)	(n=926)	(n=3913)
Weight	54.8±8.4	56.9±8.5	58.9±8.2	60.0±8.2	57.5±8.1	50.5±10.1	55.9±9.4*
Height	160.3±5.3	158.2±5.1	157.0±5.2	155.1±5.2	152.5±5.5	153.2±8.5	156.1±6.7*
BMI	21.3±3.1	22.7±3.2	23.9±3.1	24.8±3.2	24.7±3.2	21.5±3.7	22.9±3.5*
WC	71.7±8.5	75.5±8.4	78.4±8.2	83.3±8.6	84.7±8.3	73.1±11.2	76.8±10.1*
HC	91.4±6.2	92.8±6.0	93.8±5.7	95.0±6.2	94.6±6.3	89.2±8.1	92.4±6.9*
WHR	0.78±0.07	0.81±0.06	0.83±0.06	0.88±0.07	0.90±0.06	0.82±0.09	0.83±0.08*
W/Ht	0.45±0.05	0.48±0.05	0.50±0.05	0.54±0.06	0.56±0.06	0.48±0.08	0.49±0.07*
DBP	68.3±8.6	71.1±9.6	75.2±10.6	79.3±10.7	80.9±11.7	68.7±12.7	72.9±11.7*
SBP	108.8±10.0	110.7±12.6	116.4±16.2	125.9±18.3	135.3±22.1	118.1±22.1	117.5±19.0*
TC	171.3±30.6	175.7±30.0	185.9±32.5	202.1±32.7	206.8±35.4	179.1±34.0	184.2±34.5*
HDL	51.0±10.5	49.1±10.3	49.2±10.4	46.6±9.7	44.9±10.1	47.9±10.2	48.4±10.4*
TG	96.1±57.4	106.5±63.3	121.0±69.5	146.0±74.6	162.3±78.0	115.8±63.7	120.4±69.7*
FBS	90.9±11.6	94.4±15.9	95.3±18.1	97.2±23.1	99.8±29.1	94.6±19.6	95.0±19.5*

1)*p<0.01

2)BMI(body mass index), WC(waist circumference), HC(hip circumference), WHR(waist hip ratio), W/Ht(waist height ratio), DBP(diastolic blood pressure), SBP(systolic blood pressure), TC(total cholesterol), HDL(high density lipoprotein cholesterol), TG(total triglyceride), FBS(fasting blood sugar)

따라서 성별로 신체 및 생화학적 측정치의 평균을 비교해보면 남성의 경우 연령이 증가할수록 BMI, WHR, W/Ht, DBP, SBP, TC가 증가하였으나 70세 이후에 급격한 감소양상을 보였으며, 그 중 BMI와 DBP, SBP, TC는 정상범위에 속하였다. 여성의 경우 연령이 증가할수록 BMI, WC, WHR, W/Ht, DBP, SBP, TC, TG, FBS가 증가하였으나 역시 70세 이후에 급격한 감소양상을 보였다. BMI, DBP, TG, FBS는 정상범위에 속하였으나, 남성과는 달리 WC, WHR에 의한 복부

비만의 특징이 나타나며 W/Ht도 정상범위보다 높게 나타나 대사증후군위험이 더 높음을 알 수 있다.

2. 대사증후군 위험요인별 비만지표 비교

대사증후군의 위험요인을 생화학적 기준(Hypercholesterolemia, Low-HDL, Hypertriglyceride, Hypertention, Diabetes)에 따라서 위험군과 정상군으로 분류하여 각 비만지표들의 평균값을 비교하였다(Table 3). 남성의 경우 BMI는 대사증후군 위험요인 5개 모두 통계적으로 유의하여 고콜레스테롤혈증, HDL이상, 중성지방이상 및 고혈압위험군, 당뇨위험군에서 평균이 높았고($P<0.01$), WHR, WC, W/Ht도 5개 모두가 통계적으로 유의하여 고콜레스테롤혈증, HDL이상, 중성지방이상 및 고혈압 위험군, 당뇨 위험군에서 높았다($P<0.01$) 여성의 경우도 BMI, WHR, WC, W/Ht의 평균이 모두 5개의 대사증후군 위험군에서 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.01$).

남녀 모두 대사증후군 위험군이 정상군보다 각 비만지표들의 평균이 높았다. 각 비만지표의 평균에 따르면 대사증후군 위험군에 속하는 남성의 경우 BMI는 비만군에 속하지는 않으나 과체중에 속했고, WHR은 Low-HDL를 제외하고는 0.9정도의 수치를 보였으며, WC는 비만군에 속하지 않았다. 그러나 W/Ht는 모두 0.5이상을 보였다. 여성은 BMI는 남성과 마찬가지로 비만군에 속하지는 않으나 과체중에 속했고, WHR은 모두 0.8이상의 비만군에 속했다. WC는 Low-HDL을 제외하고 모두 복부비만군에 속했으며, W/Ht는 모두 0.5이상이었다.

Table 3. Obese indices according to whether or not having each metabolic syndrome risk factors by sex

	Hypercholesterolemia		Low-HDL		Hypertriglyceride		Hypertension		Diabetes	
	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
Male										
BMI	24.12±3.07*	22.42±3.43	23.72±3.30*	22.54±3.41	24.29±3.16*	22.11±3.30	24.10±3.24*	22.26±3.34	24.20±3.50*	22.88±3.36
WHR	0.90±0.06*	0.86±0.07	0.89±0.06*	0.87±0.07	0.90±0.06*	0.85±0.07	0.90±0.06*	0.86±0.06	0.90±0.07*	0.87±0.06
WC	85.18±8.34*	79.76±10.00	85.05±9.12*	80.04±10.00	85.83±8.43*	78.70±9.70	85.60±8.52*	78.87±9.76	85.97±9.87*	81.06±9.67
W/Ht	0.51±0.05*	0.47±0.06	0.50±0.05*	0.48±0.06	0.51±0.05*	0.47±0.06	0.51±0.05*	0.47±0.05	0.52±0.06*	0.48±0.06
Female										
BMI	24.18±3.48*	22.20±3.42	23.36±3.50*	22.25±3.52	24.68±3.56*	22.33±3.45	24.87±3.52*	22.20±3.28	24.88±3.88*	22.56±3.37
WHR	0.86±0.08*	0.82±0.07	0.84±0.07*	0.82±0.08	0.87±0.07*	0.82±0.07	0.88±0.07*	0.81±0.07	0.88±0.08*	0.82±0.07
WC	81.14±9.71*	74.85±9.68	78.30±9.90*	74.7±10.08	82.57±9.77*	74.94±9.52	83.79±9.19*	74.29±9.23	83.68±10.69*	75.62±9.54
W/Ht	0.52±0.07*	0.48±0.07	0.50±0.07*	0.48±0.07	0.53±0.07*	0.48±0.07	0.54±0.06*	0.47±0.06	0.54±0.07*	0.48±0.07

1)mean±std. *p<0.01 ; t-test

2)BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

3. 대사증후군 위험요인별 비만지표들의 예측도 비교

1) 비만지표간의 상관관계 비교

네가지 비만지표 BMI, WHR, WC, W/Ht간의 상관관계는 다음의 Table 4와 같다.

모두 유의한 양의 상관관계를 보여주었는데, 남성에서 WC와 W/Ht가 가장 강한 상관관계($r=0.91$)를 보였고, WHR과 WC도 높은 상관관계($r=0.87$)를 보였다. 여성에 있어서도 WC와 W/Ht가 가장 강한 상관관계($r=0.95$)를 보였고, WHR과 W/Ht도 높은 상관관계($r=0.86$)를 보였다.

Table 4. Correlation coefficient of obesity indices adjusted by sex

	BMI	WHR	WC	W/Ht
BMI	-	0.57*	0.87*	0.82*
WHR	0.55*	-	0.78*	0.85*
WC	0.85*	0.83*	-	0.91*
W/Ht	0.82*	0.86*	0.95*	-

1)* : $p < 0.001$

2)upper diagonal : male, lower diagonal : female

3)BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

2) 대사증후군 위험요인에 대한 비만지표들의 예측도

비만지표들이 5가지 대사증후군 진단 위험요인들을 어느 정도 예측하는지 알아보기 위해 ROC 곡선의 면적을 각각 계산하였다. 또한 2가지, 3가지, 4가지 비만지표들을 조합하였을 때의 예측도를 동일한 방법으로 조사하였다(Table 5, Table 6). 남성은 Hypercholesterolemia에서 W/Ht가 0.678로 가장 높았고, Low-HDL와 Hypertriglyceride에서는 WC가 가장 높았다. Hypertention에서는 W/Ht가, Diabetes에서는 WHR과 W/Ht가 가장 높았다. 따라서 대사증후군 위험요인을 선

별하는데 가장 좋은 지표는 W/Ht>WC 순이다. 또한 비만지표 두 가지를 조합했을 경우에는 WHR과 WC를 조합한 경우가 가장 높았으며, 세가지의 조합과 네가지 모두를 사용했을 경우에는 예측도의 증가가 크지 않았다.

여성은 Hypercholesterolemia에서 W/Ht가 가장 1에 가까웠으며, Low-HDL에서는 WC와 W/Ht가, Hypertriglyceride, Hypertention, Diabetes 모두에서 W/Ht가 1에 가장 가까웠다. 따라서 여성에게서 대사증후군 위험요인을 선별하는데 가장 좋은 지표는 W/Ht로 나타났다. 비만지표 두 가지를 조합했을 경우에는 BMI와 W/Ht, WC와 W/Ht의 조합이 가장 많았다. 세가지와 네가지의 비만지표 조합에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 5. Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices in male

	Hypercholesterolemia	Low-HDL	Hypertriglyceride	Hypertention	Diabetes
BMI	0.651	0.609	0.689	0.654	0.610
WHR	0.672	0.594	0.705	0.693	0.666
WC	0.665	0.624	0.714	0.695	0.642
W/Ht	0.678	0.608	0.711	0.700	0.666
BMI, WHR	0.683	0.615	0.720	0.699	0.667
BMI, WC	0.666	0.624	0.714	0.700	0.647
BMI, W/Ht	0.678	0.613	0.713	0.702	0.672
WHR, WC	0.679	0.634	0.721	0.706	0.667
WHR, W/Ht	0.682	0.608	0.716	0.705	0.673
WC, W/Ht	0.678	0.624	0.717	0.702	0.667
BMI, WHR, WC	0.659	0.624	0.722	0.707	0.667
BMI, WHR, W/Ht	0.684	0.615	0.720	0.705	0.675
BMI, WC, W/Ht	0.678	0.624	0.717	0.708	0.672
WHR, WC, W/Ht	0.682	0.624	0.721	0.707	0.674
BMI, WHR, WC, W/Ht	0.684	0.624	0.722	0.709	0.675

BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

Table 6. Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices in female

	Hypercholesterolemia	Low-HDL	Hypertriglyceride	Hypertention	Diabetes
BMI	0.657	0.596	0.690	0.719	0.682
WHR	0.682	0.602	0.718	0.765	0.713
WC	0.683	0.609	0.720	0.771	0.720
W/Ht	0.706	0.609	0.734	0.802	0.735
BMI, WHR	0.692	0.611	0.732	0.777	0.700
BMI, WC	0.683	0.610	0.720	0.772	0.720
BMI, W/Ht	0.708	0.609	0.734	0.807	0.736
WHR, WC	0.690	0.611	0.728	0.780	0.725
WHR, W/Ht	0.706	0.610	0.735	0.802	0.735
WC, W/Ht	0.711	0.610	0.734	0.807	0.735
BMI, WHR, WC	0.692	0.612	0.732	0.780	0.724
BMI, WHR, W/Ht	0.708	0.611	0.736	0.808	0.736
BMI, WC, W/Ht	0.711	0.611	0.734	0.808	0.737
WHR, WC, W/Ht	0.711	0.611	0.736	0.807	0.736
BMI, WHR, WC, W/Ht	0.711	0.612	0.737	0.809	0.736

BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

3) 대사증후군 위험요인에 대한 비만지표들의 연령별 예측도

대사증후군 위험요인에 대한 비만지표의 예측정도가 연령대별로 차이가 있는지 알아보았다(Table 7, Table 8). 30세~49세, 50세~64세, 65세 이상의 세 그룹으로 나누어 분석하였다. 남성의 경우 30세~49세의 그룹에서는 Hypercholesterolemia와 Low-HDL에서는 WC의 예측도가 높았으며, Hypertriglyceride에서는 WC와 W/Ht의 예측도가 같이 높았다. Hypertention에서는 WC가 Diabetes에서는 W/Ht가 다른 비만지표에 비해 높았다. 전체적으로는 30세~49세에서는 대사증후군을 예측하는데 가장 좋은 지표는 WC>W/Ht 순이었다. 50세~64세 사이의 그룹은 모두 W/Ht가 가장 높았으며, 전체적으로 W/Ht>WHR의 순이었다. 65세 이상의 그룹에서는 Hypercholesterolemia와 Diabetes에서는 WHR이, Low-HDL와 Hypertention에서는 WC가 높았으며, Hypertriglyceride에서는 W/Ht가 높았다. 즉 WC>W/Ht의 순으로 예측도가 높았다. 여성의 경우 30세~49세의 그룹은 대사증후군 위험요인 전체에서 W/Ht의 예측도가 가장 높았고, 50세~64세 그룹에서는 Hypercholesterolemia과 Low-HDL에서 WHR의 예측도가 높았다. Hypertriglyceride와 Hypertention, Diabetes에서는 W/Ht의 예측도가 높았다. 즉 W/Ht>WHR의 순이다. 65세 이상의 그룹에서는 Hypercholesterolemia와 Hypertriglyceride, Hypertention, Diabetes에서는 W/Ht의 예측도가 높았고, Low-HDL에서는 WC의 예측도가 높았다. 즉 W/Ht>WC의 순으로 예측도가 높게 나타났다. W/Ht는 중심성 비만을 나타내는 측정치로서 간편하고 유용하게 사용될 수 있을 뿐 아니라, 기타 다른 비만지표보다 대사증후군에 대한 선별검사로서 우수한 것으로 여겨진다.

Table 7. Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices to age group in male

	30-49 (n=1146)				50-64 (n=543)				65+ (n=1030)			
	BMI	WHR	WC	W/Ht	BMI	WHR	WC	W/Ht	BMI	WHR	WC	W/Ht
Hypercholesterolemia	0.608	0.596	0.664	0.613	0.580	0.552	0.571	0.585	0.667	0.723	0.700	0.722
Low-HDL	0.611	0.569	0.614	0.595	0.609	0.597	0.617	0.623	0.605	0.608	0.635	0.611
Hypertriglyceride	0.654	0.656	0.664	0.664	0.629	0.630	0.636	0.644	0.701	0.723	0.736	0.738
Hypertention	0.616	0.604	0.623	0.629	0.620	0.614	0.622	0.649	0.678	0.730	0.747	0.732
Diabetes	0.606	0.594	0.611	0.623	0.607	0.647	0.623	0.647	0.628	0.685	0.659	0.677

BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

Table 8. Area under the Receiver operator characteristic curve for obesity indices to age group in female

	30-49 (n=1505)				50-64 (n=689)				65+ (n=1171)			
	BMI	WHR	WC	W/Ht	BMI	WHR	WC	W/Ht	BMI	WHR	WC	W/Ht
Hypercholesterolemia	0.596	0.588	0.597	0.608	0.551	0.582	0.567	0.581	0.691	0.718	0.720	0.749
Low-HDL	0.591	0.588	0.595	0.505	0.521	0.523	0.515	0.520	0.619	0.621	0.637	0.635
Hypertriglyceride	0.698	0.709	0.718	0.719	0.573	0.605	0.599	0.610	0.709	0.733	0.732	0.765
Hypertention	0.715	0.680	0.711	0.718	0.612	0.578	0.615	0.629	0.747	0.831	0.824	0.863
Diabetes	0.659	0.649	0.682	0.682	0.648	0.669	0.671	0.681	0.674	0.729	0.730	0.744

BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

4) 대사증후군 위험요인에 의한 비만지표들의 기준치

남녀별 각 대사증후군 진단기준과 관련된 각 비만지표의 기준치, 민감도 및 특이도는 Table 9, Table 10과 같다. 남성의 경우 BMI의 기준치의 범위는 22.4~23.8 이었고, WHR은 0.868~0.882 이었다. WC는 78.8~87.0, W/Ht는 0.476~0.513 이었다.

여성의 경우 BMI의 기준치의 범위는 22.4~23.9, WHR은 0.825~0.866 이었고, WC는 76.4~78.0, W/Ht는 0.492~0.509 이었다.

결과적으로 남성의 경우 비만지표의 기준치를 보면 Diabetes에서는 BMI의 기준치가 과체중 기준 이상이었고, W/Ht에서도 비만 기준 이상이였다. 여성에서는 BMI의 경우 비만 기준을 넘지 않으나 전체적으로 과체중 양상을 보였고, WHR에서는 남성과는 달리 모두 비만 기준에 의한 복부 비만군으로 분류되었고, WC는 Hypercholesterolemia, Low-HDL, Diabetes는 모두 비만 기준에 의한 뚜렷한 복부 비만의 징후를 보였다. W/Ht의 경우에서도 Diabetes에서는 기준이상의 수치를 보였다. 또한 대사증후군 대상자에 있어서(위험요인 중 2개 이상일 경우)의 기준치를 알아보면 남성의 경우 BMI는 22.7, WHR은 0.865, WC는 81.8, W/Ht는 0.476으로 나타났다. 여성의 경우에는 BMI는 23.8, WHR은 0.845, WC는 78, W/Ht는 0.502를 나타내었다. 남성에서는 모두 정상범위 안에 해당되었지만, 여성에 있어서는 WHR과 W/Ht에서 기준이상의 수치를 보였다.

Table 9. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of obesity indices in relation to each metabolic syndrome risk factors in male

	BMI			WHR			WC			W/Ht		
	cut-off value	Se.	Sp.	cut-off value	Se.	Sp.	cut-off value	Se.	Sp.	cut-off value	Se.	Sp.
Hypercholesterolemia	22.4	0.7393	0.5021	0.875	0.6902	0.5688	80.7	0.7575	0.5145	0.476	0.7821	0.5016
Low-HDL	22.7	0.6525	0.5259	0.868	0.6496	0.5017	82.1	0.642	0.554	0.486	0.5668	0.6019
Hypertriglyceride	22.6	0.7336	0.5671	0.874	0.7185	0.606	79.8	0.8143	0.5272	0.476	0.7908	0.5422
Hypertention	22.8	0.6703	0.5647	0.882	0.6441	0.639	78.8	0.8169	0.474	0.476	0.7737	0.5302
Diabetes	23.8	0.5592	0.6144	0.874	0.7262	0.5234	87.0	0.4913	0.7308	0.513	0.5534	0.7127
two more	22.7	0.7297	0.5911	0.865	0.7862	0.5695	81.8	0.7535	0.6149	0.476	0.8133	0.5622

1)Se.=Sensitivity, Sp.=Specificity

2)BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

Table 10. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of obesity indices in relation to each metabolic syndrome risk factors in female

	BMI			WHR			WC			W/Ht		
	cut-off value	Se.	Sp.	cut-off value	Se.	Sp.	cut-off value	Se.	Sp.	cut-off value	Se.	Sp.
Hypercholesterolemia	22.4	0.6912	0.5503	0.830	0.6628	0.622	79.4	0.5824	0.7003	0.496	0.6703	0.6446
Low-HDL	23.6	0.5237	0.6471	0.825	0.6644	0.5501	78.6	0.5805	0.6254	0.497	0.6414	0.5948
Hypertriglyceride	23.2	0.648	0.639	0.839	0.6874	0.6627	76.4	0.7495	0.5982	0.492	0.7557	0.6186
Hypertention	23.3	0.6616	0.6693	0.845	0.7057	0.716	78.0	0.7565	0.6878	0.497	0.8044	0.6791
Diabetes	23.9	0.6014	0.6914	0.866	0.5893	0.7436	78.0	0.7388	0.6232	0.509	0.7045	0.6683
two more	23.8	0.6828	0.7075	0.845	0.7866	0.6891	78.0	0.8364	0.6583	0.502	0.8492	0.672

1)Se.=Sensitivity, Sp.=Specificity

2)BMI(body mass index), WHR(waist hip ratio), WC(waist circumference), W/Ht(waist height ratio)

IV. 고 찰

전 세계적으로 비만 인구가 증가하는 추세이고 우리나라에도 최근 비만증의 유병률이 증가하면서 그 중요성이 커지고 있으며, 대사성증후군의 발생위험을 높여 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등의 위험을 증가시키고 협심증, 심근경색증, 뇌졸중 등의 심혈관계 질환을 증가시킨다(변정수, 2004). 또한 서태평양지역 아시아인들의 특성상 BMI기준에 의해서 정상이라도 심혈관계 위험요인과 대사증후군을 가질 수 있음이 여러 연구에 의해 밝혀졌다(Vikram, 2003; Lee KM, 2003). 때문에 대사증후군 위험요인에 비만지표로 WC가 포함이 되어 있으나 최근에는 WHR과 W/Ht가 중요한 비만지표로 부각되고 있어서 대사증후군의 위험요인으로써 비만의 지표로 이들 네 개의 예측정도의 비교가 의미 있을 것으로 생각되었다.

본 연구는 2001년 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상의 남녀 7032명(남: 3119명, 여: 3913명)을 대상으로 대사증후군의 위험요인에 따른 요인들과 BMI, WHR, WC, W/Ht의 관련성을 분석하였다. 연구 결과에 있어서 성별로 신체 및 생화학적 측정치의 평균을 비교해보면 연령이 증가할수록 BMI, WHR, W/Ht, DBP, SBP, TC가 증가하였으나 70세 이후에는 급격한 감소양상을 보였으며, 특히 여성의 경우 WC, WHR이 정상기준보다 높은 복부비만의 특징이 나타났으며, W/Ht도 높았다($p<0.01$). 즉 복부비만의 심각성이 남성보다는 여성이 더 높음을 알 수 있다. 연령이 증가하면서 내장지방에서 지방 분해 억제 작용을 갖는 α -adrenoreceptor의 작용은 증가하고, 지방 분해 작용을 갖는 catecholamine의 작용은 저하되므로 연령이 많아지면 내장 지방의 축적이 증가하는 것으로 알려져 있지만(Lonnquist, 1990), 70세 이후에는 치아상태의 미비나 전체적인 체력저하 및 흡수율 저하로 인해 다시 감소의 경향을 보이는 것이라 생각된다. 대사증후군의 위험요인들을 생화학적 기준(Hypercholesterolemia, Low-HDL, Hypertriglyceride, Hypertention, Diabetes)에 따라서 위험군과 정상군으로 분류하여 비교해 본 결과, 남녀 모두 포함하여 BMI, WHR, W/Ht, WC 모두에서 통계적으로 유의하였다($p<0.01$). 비만지표들의 평균에 따르면 남성의 경우에 있어서 BMI는 비만군에 속하지는 않으나

과체중에 속하는 특징을 보이고, WHR은 Low-HDL를 제외하고는 0.9정도의 수치를 보였으며, WC는 비만군에 속하지 않았다. 그러나 W/Ht는 모두 $W/Ht \geq 0.5$ 을 보였다($p < 0.01$). 여성의 경우에 BMI는 비만군에 속하지는 않았으나 과체중에 속하는 특징을 보였고, WHR은 모두 0.8이상의 비만군에 속했다. WC와 W/Ht는 모두 비만군에 속했다($p < 0.01$). 즉 남성에 비해 여성이 복부비만이 더 심각한 것으로 나타났다. ROC 곡선면적에 의한 대사증후군 예측의 가장 좋은 지표는 남성에서는 $W/Ht > WC$ 의 순이었고, 여성에서는 W/Ht 이었다. 연령그룹별 예측정도에 있어서는 남성의 30세~49세에서 WC가 가장 높은 것을 제외하고 여성을 포함하여 W/Ht가 가장 높은 지표로 나타났고, 따라서 W/Ht에서 신장은 비만지수를 적용하기 전에 중요한 인자라는 것을 알 수 있다. 키는 지방의 축적과 분포에 영향을 미칠 수 있어서 유사한 허리둘레를 가질 경우에 키가 작은 사람이 큰 사람에 비해서 대사증후군의 위험이 더 높다고 볼 수 있다. 그래서 키의 독립적인 역할이 W/Ht를 더 유용한 지표로 만들 수 있는 것이라 생각된다. 또한 나이가 들수록 키가 작아지는 것이 결과에 영향을 주는 요인이라 할 수 있겠다. Hsieh 등 (2006)의 연구에 의하면 우리와 비슷한 신체조건을 갖는 일본 사람들에서 W/Ht가 다른 비만지표들에 비해서 정상 및 과체중인 사람들에서 대사증후군 위험이 높은 군을 선별하기에 간편하고 유용한 지표이며 남녀 모두에서 그리고 전 연령에서 적용이 가능하고 측정도 간단하여 의사와 전문가가 대사증후군 위험인자가 높은 군을 예측하고 예방적 치료에 조언을 해주는 데 실용적이라고 하였다. 그러나 본 연구가 대사증후군에 대한 유병률과, 유병률에 직접적으로 영향을 주는 비만지표가 무엇인지에 대한 비교가 이루어지지는 못했다. 또한 대사증후군의 중요한 유발인자가 될 수 있는 과거력이나 가족력에 대한 사항이 보정되지 않았으며 혈청학적 검사에 영향을 줄 수 있는 기저질환 및 약물복용에 대해서는 고혈압 약물복용자와 당뇨병 약물복용자를 제외하고는 보정되지 않았음이 제언된다. 향후 대사증후군의 위험인자에 영향을 줄 수 있는 기저질환 및 생활습관들을 보정하여 이분야의 전향적인 연구로서 보완이 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

본 연구는 2001년 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상의 남녀 7032명(남: 3119명, 여: 3913명)을 대상으로 대사증후군의 위험요인과 체질량지수(BMI), 허리·엉덩이둘레비(WHR), 허리둘레(WC), 허리·신장비(W/Ht)의 관련성을 분석하고자 하였다. 대사증후군 선별기준을 수정된 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NCEP ATP III)으로 하여 중성지방은 150mg/dl, 고밀도 콜레스테롤은 남자 40mg/dl, 여자 50mg/dl, 혈압130/85mmHg, 공복혈당 110mg/dl, WC는 남자 90cm, 여자 80cm를 기준으로 하여 이 중 3가지 이상의 위험요인에 대해 위험군에 속하면 대사증후군으로 진단하였다. 이때 비만지표로서 WC 뿐만 아니라, BMI, WHR, W/Ht에 대해서 그 타당성을 알아보려고 하였기 때문에 WC를 제외한 4가지 위험요인 중 2가지 이상 위험군에 속하는 경우에서도 각각의 비만지표들의 관련성을 알아보았다.

첫째, 한국인에서 대사증후군의 위험요인들과 5가지 비만지표는 남녀 모두 통계적으로 유의하였다($p < 0.01$). 비만지표간의 상관관계는 모두 유의한 양의 상관관계를 보여주었고, 남성에서 WC와 W/Ht가 가장 강한 상관관계($r=0.91$)를 보였고, WHR과 WC도 높은 상관관계($r=0.87$)를 보였다. 여성에 있어서도 WC와 W/Ht가 가장 강한 상관관계($r=0.95$)를 보였고, WHR과 W/Ht도 높은 상관관계($r=0.86$)를 보였다.

둘째, 각각의 비만지표 중 대사증후군의 위험요인들을 예측하는데 가장 좋은 지표는 남성은 $W/Ht > WC$ 의 순이고, 비만지표 두 가지를 조합했을 경우에는 WHR과 WC를 조합한 경우가 가장 높았으며, 세가지 조합과 네가지 조합에 있어서는 예측도의 증가가 크지 않았다. 여성의 경우에는 W/Ht가 가장 좋은 지표이며, 두가지 조합에 있어서는 WC와 W/Ht의 조합이 가장 높았고, 세가지 이상의 조합에 있어서는 예측도의 증가가 크지 않았다.

셋째, 각각의 비만지표와 대사증후군의 위험요인들에 대한 예측도를 분석한 결과

남성은 30세~49세에서 WC와 W/Ht, 50세~64세에서는 W/Ht, 그리고 65세 이상에서는 WHR과 WC가 좋은 지표이었다. 여성의 경우는 모든 연령층에서 W/Ht가 가장 좋은 예측능력을 보였으며, 그 다음으로 30세~49세에서는 WC, 50세~64세는 WHR이 좋은 예측능력을 보였다.

넷째, 대사증후군의 위험이 증가하는 비만지표의 기준치는 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)의 합이 가장 큰 값으로 하였다. 분석 결과 남성은 BMI의 기준치의 범위는 22.4~23.8, WHR은 0.868~0.882, WC는 78.8~87.0, W/Ht는 0.476~0.513 이었고, 대사증후군 대상자의 기준치가 BMI는 22.7, WHR은 0.865, WC는 81.8, W/Ht는 0.476 이었다.

여성은 BMI의 기준치의 범위가 22.4~23.9, WHR은 0.825~0.866, WC는 76.4~79.4, W/Ht는 0.492~0.509 이었다. 대사증후군 대상자의 기준치가 BMI는 23.8, WHR은 0.845, WC는 78.0, W/Ht는 0.502 이었다.

일부 연구에서 복부비만지표로서 WC가 전체적인 비만과 복부비만의 분포적 특성이 모두 있고 측정도 간편하여 권장하기도 하나, WC는 각 인구집단의 특성에 따라서 대사증후군 위험기준이 달라질 수 있고 그에 따라 아시아인들의 특성상 WHR이 WC에 비해 더 중요할 수 있다(Vikram, 2003)는 보고도 있다. 그러나 본 연구에 따르면 다른 비만지표에 비해 W/Ht가 대사성증후군 위험요인을 선별하는데 있어서 탁월함을 나타내었다. 결론적으로 W/Ht가 중심성 비만을 나타내는 측정치로서 간편하고 유용하게 사용될 수 있고, 대사증후군에 대한 선별검사로서 BMI, WHR, WC 이상으로 우수한 것으로 나타났다.

참고 문헌

- 권오현, 이근미, 노태맹, 김희영, 황승욱, 정승필. 정상 및 과체중인 성인 남성에서 허리둘레/신장비에 따른 심혈관계질환 위험인자의 평가. 가정의학회지 2001; 22(12): 1757-1764
- 김상연. 체질량지수와 허리둔부비의 파라독스에 관한 연구. 연세대학교 석사학위 논문, 2000
- 김상만, 김성수, 윤수진. 복부 내장지방량을 가장 잘 표현 할 수 있는 단순 비만 지표는?. 대한 비만학회지 1998; 7: 157-168
- 대한비만학회. 비만증의 역학. 임상비만학 1996; 1: 171-178
- 문현경, 김유진. 한국중년층에서 체질량지수, 허리-엉덩이둘레비 및 허리둘레의 심장혈관계질환 위험인자 타당도 비교. 대한영양사협회 학술지 2005; 11(3): 365-374
- 문현경, 김유진. 한국노인에서 심장혈관계질환 위험인자에 대한 비만지표인 체질량지수, 허리-엉덩이둘레비 및 허리둘레의 타당도 비교. 대한영양사협회 학술지 2005; 36(6): 445-454
- 박승하, 이원영, 김선우. 한국인 성인에서 인슐린저항성에 따른 대사증후군 발생의 비교위험:Adult Treatment PanelⅢ적용. 대한내과학회지 2003; 64(5): 552-560
- 변정수, 김민준, 황예원, 김명진, 김수영, 황인홍. 허리둘레/키 비의 비만지표로서의 유용성. 가정의학회지 2004; 25: 307-313
- 이근미. 심혈관계질환 위험인자의 선별검사로서의 허리둘레:ROC curve를 이용하여. 가정의학회지 2000; 21(3): 395-405
- 임열리, 황승욱, 심현준, 오은혜, 장유수, 조비룡. ATPⅢ의 진단기준에 따른 대사증후군의 유병률과 관련위험요인 분석:일개 대학병원 건강증진센터 수진자를 대상으로. 가정의학회지 2003; 24: 135-143

정혜원, 김대중, 김하동, 최성희, 안철우, 차봉수, 이현철, 허갑범. 새로운 비만기준에 따른 대사증후군의 유병률. J Kor Diabetes Asso 2002; 26: 431-442

조비용, 이한진, 오상우, 김종성. 심혈관계질환 위험요인과의 연관성을 통해서 본 비만조절지표로서 체지방률과 체질량 지수의 임상적 의의 비교. 가정의학회지 2003; 24: 731-738

박혜순, 오상우, 강재현, 박용우, 최중명, 김용성, 최용환, 유형준, 김영설. 한국인에서 대사증후군의 유병률 및 관련요인:1998년 국민건강영양조사를 바탕으로. 대한비만학회지 2003; 12(1)

이혜정, 권혁상, 박용문, 전한나, 최윤희, 고승현, 이정민, 윤건호, 차봉연, 이원철, 이광우, 손호영, 강성구, 안명숙, 강진모, 김동석. 한국인 40세 이상의 성인에서 대사증후군의 위험인자로서의 허리둘레. 당뇨병 2005; 29(1): 48-56

최성희, 김대중, 이광은, 김유미, 송영득, 김하동, 안철우, 차봉수, 허갑범, 이현철. 한국 성인 대사증후군 환자에서 허리둘레의 기준 치수에 관한 연구. 대한비만학회지 2004; 13(1)

Executive Summary of The Third Report of The Expert Panel on Detection Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol In Adults(Adult Treatment Panel III). JAMA 2001; 285: 2486-2497

Ford ES, Giles WH, Dietz WH: Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. JAMA 2002; 287: 356-359

Fereidoun Azizi, Ahmad Esmailzadeh, Parvin Mirmiran, Elaheh Ainy. Is there an independent association between waist-to-hip ratio and cardiovascular risk factors in overweight and obese wome?. International J Cardiology 2005; 101: 39-46

Lonnquist F, Nyberg B, Wahrenberg H et al. Catecholamine induced lipolysis in adipose tissue of the elderly. J Clin Invest 1990; 85: 1614-1621

Lydia Foucan, Jim Hanley, Jacqueline Deloumeaux et al. Body mass index(BMI) and waist circumference(WC) as screening tools for cardiovascular

risk factors in Guadeloupean woman. J Clinical Epidemiology 2002; 55: 990-996

Lee KM. Waist circumference as a screening tool for cardiovascular risk factors in Korea: Evaluation of receiver operating characteristics(ROC). J Korean Acad Fam Med 2003; 21(3): 395-405

Shiun Dong Hsieh, Takashi Muto. The superiority of waist-to-height ratio as an anthropometric index to evaluate clustering of coronary risk factors among non-obese men and women. Preventive Medicine 2005; 40: 216-220

Shiun Dong Hsieh, Takashi Muto. Metabolic syndrome in Japanese men and women with special reference to the anthropometric criteria for the assessment of obesity: Proposal to use the waist-to-height ratio, Preventive Medicine 2006; 42: 135-139

Scott M. Grundy, James I. Cleeman: Diagnosis and management of the metabolic syndrome. Circulation 2005; 112: 2735-2752

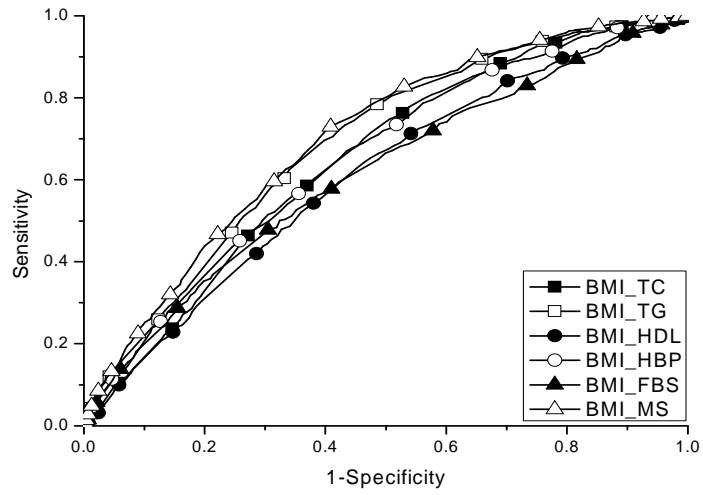
The European Group for the Study of Insulin Resistance(Egir): Frequency of the WHO metabolic syndrome in European cohorts, and an alternative definition of an insulin resistance syndrome. Diabetes Metab(Paris) 2002; 28: 364-76

Tan CE, Chew SK, Ma S, Tai ES, Wai D: Can we apply the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel Definition of the metabolic syndrome to Asians?. Diabetes Care 2004; 27: 1182-200

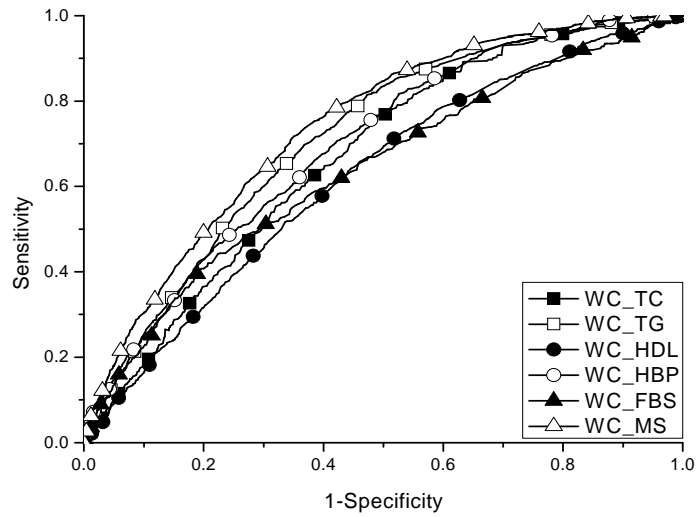
Vikram NK, Pandey RM, Misra A, Sharma R, Devi R, Khanna N. Non-obese (body mass index < 25 kg/m²) Asian Indians with normal waist circumference have high cardiovascular risk. Nutrition 2003; 19: 503-509

World Health Organization: Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. part I. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Available from: RL: http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/WHO_NCD_NCS_99.2.pdf

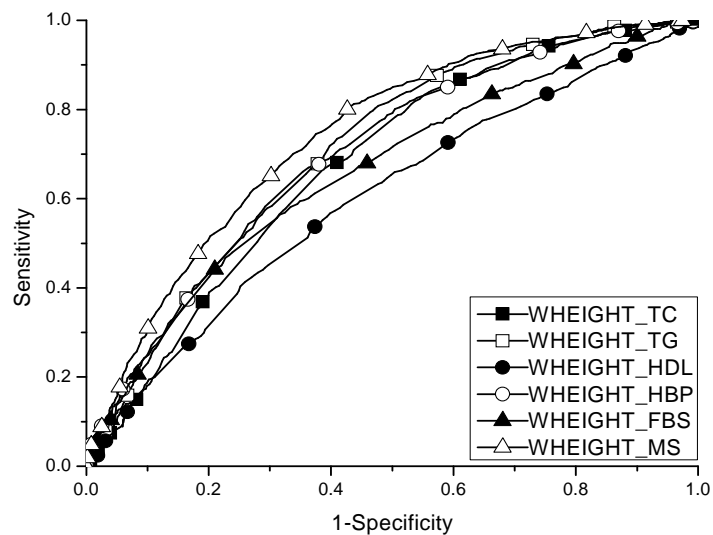
Appendix



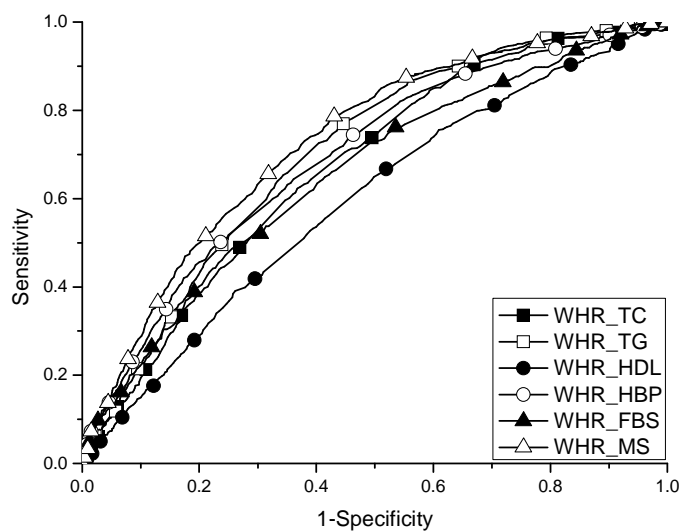
Figures 1. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Body Mass Index in relation to each metabolic syndrome risk factors in male



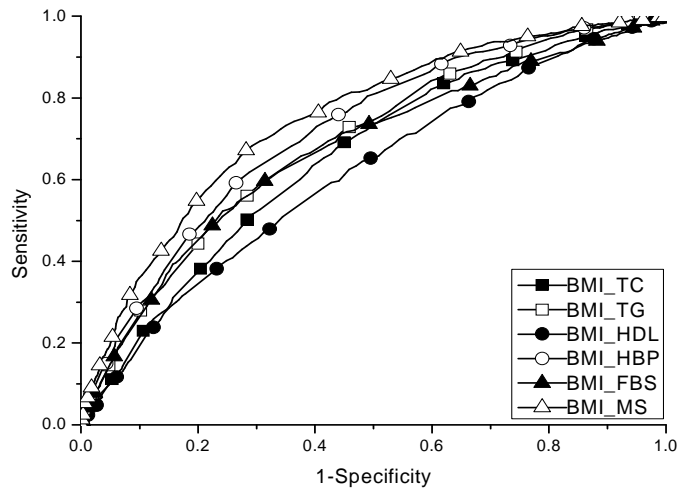
Figures 2. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Waist Circumference in relation to each metabolic syndrome risk factors in male



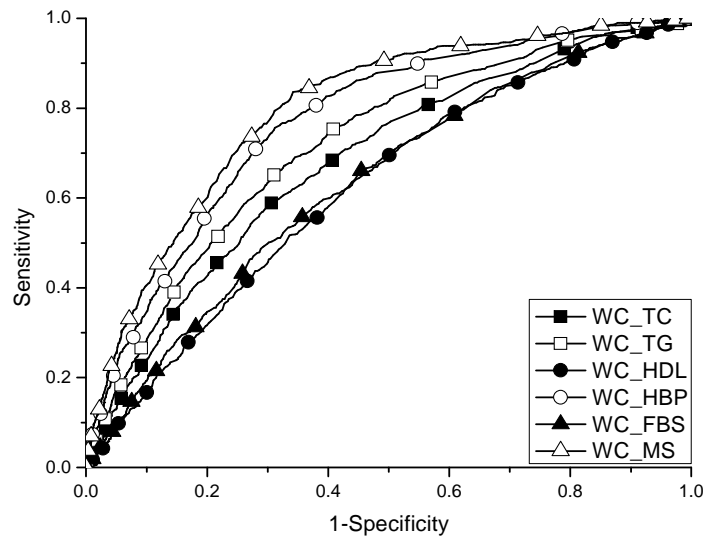
Figures 3. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Waist to Height Ratio in relation to each metabolic syndrome risk factors in male



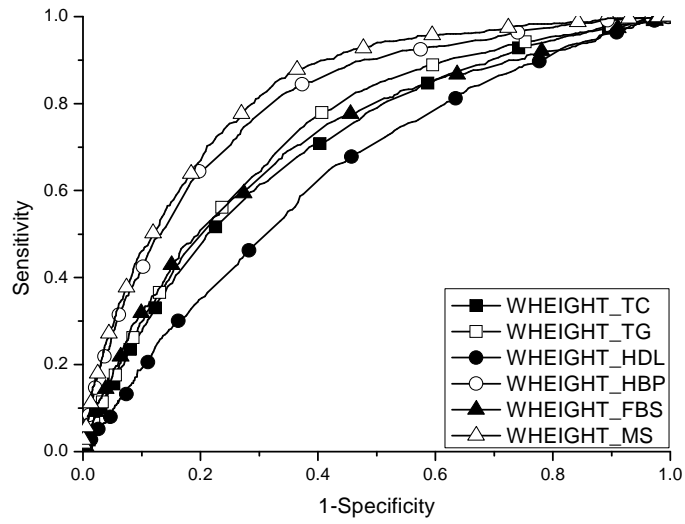
Figures 4. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Waist to Hip Ratio in relation to each metabolic syndrome risk factors in male



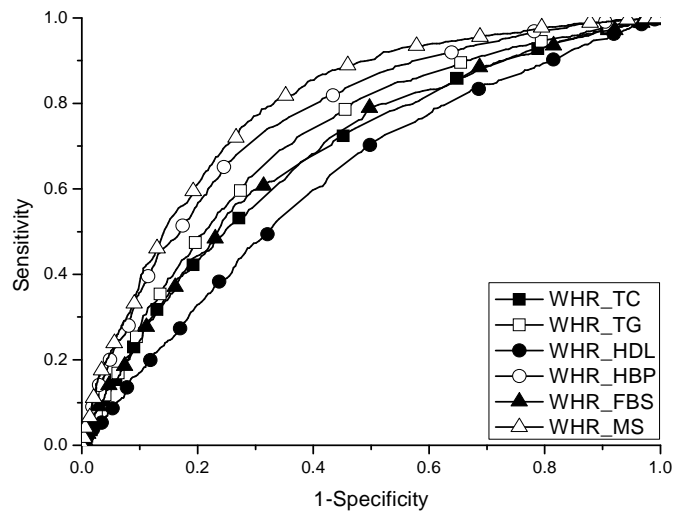
Figures 5. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Body Mass Index in relation to each metabolic syndrome risk factors in female



Figures 6. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of the Waist Circumference in relation to each metabolic syndrome risk factors in female



Figures 7. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Waist to Height Ratio in relation to each metabolic syndrome risk factors in female



Figures 8. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of Waist to Hip Ratio in relation to each metabolic syndrome risk factors in female

ABSTRACT

The Study on the Relationship between Obesity Indices and Risk Factors of Metabolic Syndrome in Koreans

Mi-Jung Park

Graduate School of

Public Health Yonsei University

(Directed by Professor Chung Mo Nam Ph. D)

This study was conducted to find the relationships between the risk factors of metabolic syndrome and the obesity indices, such as body mass index(BMI), the waist hip ratio (WHR), the waist circumference (WC), and the waist height ratio (W/Ht). A total number of 7,032 subjects who were participated in 2001 Korean Health and Nutrition Survey and aged 20 or more were analyzed. Corrected National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NCEP ATP III) was used as the screening standard of metabolic syndrome : the criterion of hypertriglyceridemia-serum triglycerid was 150mg/dl; low HDL cholesterol-serum HDL cholesterol was 40mg/dl for males and 50mg/dl for females; blood pressure was 130/85mmHg; hyperglycemia-fasting plasma glucose was 110mg/dl; waist circumference(WC) was 90cm for males and 80cm for females; of these criterions, if a subject belonged to three or more risk factors, he or she was diagnosed to have metabolic syndrome. As it is intended to identify the reasonableness of BMI, WHR, and W/Ht as well as WC, if a subject belonged to two or more risk

factors among the four risk factors excluding WC, the relationship of each BMI was identified the results were as follows:

Firstly, the risk factors and four kinds of obesity indices showed significant correlations in Korean males and females ($p < 0.01$). In terms of relationship among obesity indices, all of them showed positive correlations and both the males and the females showed strong correlations between WC and W/Ht ($r = 0.91$ for male and $r = 0.95$ for female).

Secondly, when the predictability of the obesity indices to the risk factors of metabolic syndrome were analyzed, from the area under the Receiver Operator Characteristic(ROC) curve. There were some differences in predictability among age groups; good indices were WC and W/Ht in the case of 30-49 years, W/Ht in the case of 50-64 years, and WHR in the case of 65 or older male subjects; in case of female subjects, W/Ht was the best prediction variable in all age groups and a good prediction level was found to be WC in the case of 30-49 years and WHR in the case of 50-64 years.

Thirdly, good indices were W/Ht and WC in order in the case of the males and were W/Ht in the case of the females.

Fourthly, from the sensitivity and specificity, risk of metabolic syndrome were expected with use of the cut-off values of obesity indices were 22.7 for BMI, 0.865 for WHR, 81.8 for WC, and 0.476 for W/Ht in the male cases; in the female cases, BMI was 23.8, WHR was 0.845, WC was 78, and W/Ht was 0.502. The rules that having maximum value of the sum of sensitivity and specificity.

In this study, it was found that W/Ht has good predictability in screening the risk factors of the metabolic syndrome. That is, W/Ht may easily and conveniently be used as the measures for central obesity and showed better results in the screening examination of metabolic syndrome. However, the

result of the study had limit that past history or family history, which could be the important triggering factors of metabolic syndrome, were not corrected and that no corrections were made in the underlying diseases and drugs, which could influence on serological tests, excluding hypertension and diabetes mellitus. Prospective studies would be needed to supplement this topic with a correction of underlying diseases and life-style that may be on influence on the risk factors of future metabolic syndrome.