체질량지수와 허리둔부비의 파라독스에 관한 연구

연세대학교 보건대학원

역학 및 질병관리학과

김 상 연

체질량지수와 허리둔부비의 파라독스에 관한 연구

지도 지 선하 교수

이 논문을 보건학석사학위 논문으로 제출함

2000년 12월 일

연세대학교 보건대학원
역학 및 질병관리학과
김 상 연

김상연의 보건학석사 학위논문을 인준함

심사위원 지 선 하

심사위원 김 정 모

심사위원 이 순 영

연세대학교 보건대학원

2000년 12월 일

감사의 글

대학원 생활을 시작할 수 있도록 힘과 용기를 주시고 학업을 무사히 마칠 수 있게 해주신 하나님께 감사드립니다.

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

본 논문을 시작할 때 깊은 관심과 용기를 주셨던 강북삼성병원의 종합건진센타 이태열 소장님, 권순길 과장님, 그리고 종합건진센타 식구들께도 감사드립니다.

직장 생활과 학문을 함께 하는데 늘 큰 힘이 되어 주시고 열렬한 지원을 아끼지 않으신 영양실 김은미 과장님을 비롯해 가까이 에서 따뜻한 마음으로 지켜봐 주고 격려해 주신 이정호 선생님, 김보영 선생님, 강신애 선생님, 그리고 영양실 식구들 모두에게도 고마운 마음을 전합니다.

무엇보다 부족한 며느리였던 저에게 너그러운 마음으로 대해 주신 아버님, 어머님께 감사를 드리며 어렵거나 힘들 때 무한한 사랑으로 지켜봐 주시고 기도해 주신 부모님께도 진심으로 감사의 마음을 드립니다.

본 논문이 나오기까지 많은 도움과 이해로 지켜봐 주신 형부와 언니, 동생 주연이에게 고마움을 전합니다. 또한 언제나 나의 든든한 후원자인 사랑하는 남편 지우씨에게 고마움과 미안함을 전하며 이 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

2001년 1월

김 상 연

차 례

List of Figures

List of Tables

국문 요약

이 연구는 20세 이상의 남녀 37,425명을 대상으로 체중, 키를 이용한 일반적인 비만의 지표로서 BMI와 허리 둘레, 둔부 둘레를 이용한 복부 비만의 지표로서 WHR를 이용하여 BMI와 WHR의 불일치로 설명되는 파라독스의 연령별 유병률(고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증)을 알아보고 이것이 BMI, WHR와 관련된 질환의 유병률에 주는 영향을 알아보고자 하였다.

연구대상자는 BMI와 WHR에 따라 모두 9그룹으로 분류하였다. 이때 파라독스 1은 낮은 BMI와 높은 WHR, 파라독스 2는 높은 BMI와 낮은 WHR로 정의하였다.

1. 파라독스 1은 남자에서 3.1%, 여자에서 2.8%를 차지하였으며 파라독스 2는 남녀에서 각각 3.3%, 2%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 파라독스 1은 연령이 증가함에 따라 급격히 증가하는 것으로 나타났으나 파라독스 2는 연령이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

2. BMI와 WHR의 조합에 따른 고혈압의 유병률은 남자에서는 WHR와 관계없이 BMI tertile이 가장 높은 그룹에서 높았고 여자에서는 BMI 와 WHR tertile이 동시에 높은 그룹에서 높게 나타났다. BMI와 WHR의 조합에 따른 당뇨병의 유병률은 남자에서는 WHR tertile이 가장 높은 그룹에서 높았고 여자에서는 BMI 와 WHR tertile이 함께 높은 그룹에서 높게 나타났다. BMI와 WHR의 조합에 따른 고콜레스테롤혈증의 유병률은 남녀 모두에서 BMI 와 WHR tertile이 함께 높은 그룹에서 높게 나타났다.

3. **비만지표인** BMI, WHR**와 관련된 질병의 유병률은** BMI**와** WHR**의 파라독스를 제외하지 않은 경우에 비해 파라독스를 제외한 경우 증가 하는 경향을 보였다. 이는** BMI, WHR**와 관련된 질병의 유병률은 파라독스를 제외하지 않을 경우 낮게 추정될 수 있음을 나타낸다.**

결론적으로 한국인에서 비만도를 나타낼 때 BMI**와** WHR **모두가 지표로 사용되어야 한다. 특히 한국인에서 연령에 따라 증가 경향을 보이는 파라독스** 1(BMI**가 작고** WHR**가 큰 경우)은 비만과 관련된 질병의 유병률을 파악할 때 반드시 고려되어야 할 것으로 생각된다.**

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경

체질량지수(Body Mass Index, 이하 BMI로 표기)는 체지방 비율과 높은 관련성을 보이는 지표로 이용되고 있다. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 제시한 BMI에 대한 표준치는 서구집단에서의 사망률과 이환률을 고려하여 만들어졌다. 즉, WHO의 기준에 따르면 BMI 18.5-24.9 kg/m^2는 정상범위, 25-29.9kg/m^2는 과체중, 30-34.9kg/m^2는 경도 비만, 35-39.9kg/m^2는 중도 비만, 40kg/m^2이상은 극도 비만으로 분류된다(WHO, 1997). 우리나라의 의료보험 공단 자료에 의하면 남자의 경우 26kg/m^2, 여자의 경우 25kg/m^2이상이 되면 질병의 이환율이 현저히 증가하였다(대한비만학회, 1997). 1999년 대한비만학회에서는 BMI 18.5-22.9 kg/m^2는 정상, 23-24.9kg/m^2는 과체중, 25-29.9kg/m^2는 경도 비만, 30kg/m^2이상은 중도 비만으로 정의하였다(대한비만학회, 2000).

체지방 분포를 나타내는데는 여러지표가 이용되고 있다. Han 등(1995)은 허리둘레가 증가하면 심혈관계 위험요인이 증가되는데 정상인 경우와 비교할 때 남자에서는 4.6배, 여자에서는 3.2배 정도 증가한다고 보고하였다. 오한진(1999)의 연구에 의하면 허리둘레, 복강내 지방, 허리둘레/신장비, 허리둔부둘레비(Waist Hip Ratio, WHR)는 심혈관계 위험 인자와 유의한 관련성을 나타내었다. Tahara(1994)는 체중증가 없이 WHR만 증가 될 경우 심혈관계 질환과 관련성이 더 크다고 보고하였다. 특히 연령이 높은 집단일

수록 이러한 위험도는 증가했다(Rimm, 1995). 김상만(1998)은 남자에서의 복부 비만을 가장 잘 나타내는 비만 지표는 허리둘레이고 여자에서는 허리둘레와 허리둔부둘레비라고 보고하였다(김상만, 1998).

최근 여러 연구에서는 이 지표를 아시아인 대상의 집단에 그대로 적용하는 것에 대한 문제를 제기하고 있다. 실제로 아시아인은 Caucasian에 비해 평균 BMI는 낮고 체지방 비율은 높은 경향을 보인다고 하고 이를 파라독스로 보고하고 있다(Yap, 2000). 파라독스 현상은 이와 관련하여 Hsieh(2000)는 허리둘레/신장비 등의 지표 사용의 유용성에 대한 연구에서 정상 BMI를 가진 일본인에서 허리둘레/신장비가 증가하면 심혈관계 질환의 위험이 증가시킨다고 보고한다. 우리나라를 비롯한 아시아 여러 나라의 생활양식이 서구화되고 있음에도 불구하고 BMI에 기초한 비만의 유병률은 Caucasian에 비해 낮게 나타난다(Wang ,1994; Guricc, 1998; Deurenberg-Yap, 2000; Ko, 1997)는 것과 관련이 있을 것으로 본다. 그러나 비만과 관련된 대사이상인 고지혈증, 당뇨병, 동맥경화증 등의 유병률은 서구 여러 나라와 비슷한 수준이다.

본 연구는 체중, 키를 이용한 일반적인 비만의 지표로서 BMI와 허리 둘레, 둔부 둘레를 이용한 복부 비만의 지표로서 WHR를 이용하여 한국인에서 두 지표의 조합과 비만과 관련된 질환 유병률과의 관련성에 대해 알아보고자 한다.

2.연구의 목적

이 연구는 한국인 성인을 대상으로 비만지수로서 BMI와 WHR에 나타나는 파라독스가 질병 유병률에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

이 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 연령별 BMI와 WHR의 파라독스군의 유병률을 파악하고

둘째, BMI와 WHR의 파라독스가 고혈압, 당뇨병, 및 고콜레스테롤혈증의 유병률에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

3.이론적 배경

가) 아시아인은 Caucasian에 비해 평균 BMI는 낮은 경향을 보이고 체지방 비율은 높은 경향을 보인다(Wang J, 1994; Guricc, 1998; Deurenberg -Yap, 2000; Ko, 1997).

BMI 27이상을 과체중으로 간주할 때 과체중군은 전체 Caucasian에서 30%이상이나 중국인에서는 약 14%, 일본인은 약 9.5%로 나타난다. 그러나 평균 WHR는 Caucasian의 경우 남자에서 0.93, 여자에서 0.80으로, 중국인에서는 남자에서 0.87, 여자에서 0.80으로 나타나 특히, 여자에서의 평균 WHR는 Caucasian과 비슷한 수준임을 알 수 있다(Ko, 1997; Lean, 1995; Hsieh, 2000). Wang(1997) 등의 연구에서도 아시아인 남녀 모두에서 Caucasian에 비해 BMI는 낮았으나, 체지방과 복부비만율은 Caucasian에 비

해 높은 것으로 나타났다. 그러나 흑인에서는 Caucasian과 BMI 및 체지방 분포에서 유의적인 차이를 보이지 않았다(Gallagher, 1996). Hsieh(2000)는 BMI가 정상인 일본인에서 복부지방율을 반영하는 지표로 Waist-to-height ratio를 조사하였는데 0.5이하인 그룹에 비해 0.5이상인 그룹에서 비만과 관련된 질병의 유병률이 높았다고 보고했다. 또한 BMI는 활동량과 관련성이 적었으나 WHR는 활동량과 반비례함을 보였다. 특히 일본인의 좌식 생활을 주로 하는 생활 습관은 복부 지방 비율을 증가시키고 그와 관련된 대사 이상을 초래할 수 있다.

나) 비만과 관련된 대사이상인 고지혈증, 당뇨병, 동맥경화증 등의 유병률은 서구 여러 나라와 비슷한 수준이다(Hsieh, 2000; Ko, 2000).

BMI에 기초한 비만의 유병률은 낮지만 중심지방의 축적은 서구와 비슷한 아시아인에서 이러한 중심지방의 축적은 에너지 불균형에 의해 초래되는데 과영양, 노화, 유전적 요인, 인종, 성호르몬, 인슐린 등의 여러 요인이 관여한다. 특히 활동도와 영양섭취량 등의 환경적인 요인과 큰 관련성을 보이며 최근에는 여러 연구에서 유전적 요인과의 관련성에 대해서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 내장 비만은 인슐린 저항성과 고인슐린혈증을 유발하고 고인슐린혈증은 고혈압과 지질대사 장애를 유발할 뿐 아니라 죽상경화성 프라그의 형성을 촉진하고 형성된 프라그의 재흡수를 억제하는 것으로 알려져 있다. 내장지방이 증가하면 간문맥 혈중 유리지방산의 농도가 높아지며 이는 간에서의 인슐린 저항성을 감소시키고 간의 인슐린 제거율도 감소시키는 것으로 알려져 있다. 이때 혈중에 증가된 유리 지방산은 간에서의 포도당과 중성지방의 합성, 분비를 촉진시키며 골격근의 포도당 대

사 장애를 일으켜 간의 포도당 신생이 증가하고 고인슐린혈증과 인슐린 저항성이 유발된다(허갑범, 1996). 또한 폐경 전 여성에서 남성 호르몬 활성이 높아져도 비슷한 현상이 동반되는데 이는 시상하부 뇌하수체 부신축의 과도한 활성으로 인한 코티솔과 부신안드로겐의 과생산이 복부 비만과 남성 호르몬의 과생산에 관여한다고 생각한다(고려의학, 1998).

지방세포의 축적은 중성지방을 합성하는 지방 생성과 중성지방을 분해하는 지방 분해 과정의 균형에 의해 결정되는데 중성지방의 전환은 복강내와 복부 피하지방에서 가장 높고 Catecholamine 자극에 대한 지방 분해도 복강내와 복부 피하지방에서 가장 높다. 이때 비만증에서 흔히 관찰되는 고인슐혈증이 동반되는 경우 지방 생성은 항진되고 지방 분해 억제가 일어나면서 지방 세포의 지방 축적이 증가된다.(대한비만학회, 1995). 지방 조직 대사의 국소적 차이는 지방 합성의 주요조절 효소인 LPL(Lipoprotein lipase) 활성에도 존재한다(송영득, 1996). 복부 지방 조직에서는 당류코르티코이드 수용체의 밀도가 더 높고, 이로 인해 LPL의 작용을 더 증가시키고 이로 인해 지방을 더 흡수하게 한다. 특히 식후에 증가하는 이 효소는 지방 조직에 지방을 축적하여 비만을 촉진시키며 체중감소 후에도 쉽게 저하되지 않는다. 비만과 호르몬과의 관계를 보면 인슐린은 지방 조직의 LPL활성을 상승시키는 것으로 알려져 있으며, 비만에서 볼 수 있는 고인슐린혈증은 LPL을 매개하여 지방 축적을 일으킨다. 또한 지방세포 분화의 초기에 유전자 발현이 증가되며 분화의 개시에 중요한 역할을 한다. 또한 Catecholamine은 지방분해와 유리지방산 합성을 촉진시켜서 LPL활성을 억제시킨다(김영성, 1999). 지방 세포의 주된 생리 기능은 에너지의 저장과 방출이다. 여기서 열 생산을 담당하는 갈색 지방 조직의 β3 아드레날린

수용체는 백색 지방에서 지방 분해를 촉진하고 동시에 갈색 지방을 활성화 시킨다. 갈색 세포종에서 분비되는 고농도의 아드레날린은 복강내 지방조직에서 피하지방보다 아드레날린에 대한 지방 분해나 지방 합성 기능이 더 활발하다고 알려져 있고(대한비만학회, 1995), 사람에서 β3 아드레날린 수용체의 발현정도는 적지만 내장지방에서 더 많이 발현되는 것으로 알려져 있다(김영성, 1999). 내장 지방의 지방 대사 활성이 높으므로 내장 지방의 축적은 대사성 합병증인 고혈압, 지질대사 이상, 내당능 장애 등과 관련성이 높고 내장 지방을 반영하는 지표인 복부 비만에서 고혈압, 고지혈증, 고혈당, 고인슐린혈증이 유발된다고 보고되고 있다. (이득주, 1996; Ross, 1997; Ko, 1997; 고려의학, 1998; Larsson, 1984). 특히 연령의 증가함에 따라 내장지방에서 지방분해 억제 작용을 갖는 α^2-adrenoreceptor의 작용은 증가하고, 지방 분해 작용을 갖는 catecholamine의 작용은 저하되므로 연령이 많아지면 내장 지방의 축적이 증가하는 것으로 보고된다(Lonnquist, 1990). Tai는 정상 BMI를 가진 아시아의 젊은 연령의 여자들은 복부피하지방이 복부내장지방보다 인슐린저항성과 큰 관련성을 보인다고 보고했는데, 이 때도 연령이 증가할수록 피하지방보다 내장지방의 관련성이 상승한다고 한다. Bjorntorp(1992), Rimm(1995)는 WHR의 변화 없이 BMI만 증가되는 것은 운동량 및 근육량과 관련성이 크고, 체중증가는 없이 WHR만 증가하는 것은 술, 담배, 활동정도 등의 생활양식과 관련성이 크다고 주장한다. 여기서 WHR만의 증가는 비만과 관련된 대사성 질환 중 당뇨병보다는 심혈관계 질환의 위험성을 더 높이며, 연령의 증가에 따라 더 큰 관련성을 보이게 된다.

Canadian Fitness Survey에서는 WHR에 유전적 요인이 약 28%정도 영향

을 미치는 것으로(Perusse, 1988) San Antonio Familly Heart Study에서는 WHR에 17.3%정도 영향을 미치는 것으로(81 Sellers, 1994) Iowa Women's Health Study에서는 40-50%정도 영향을 미치는 것으로(80 Selby, 1990) 보고하고 있다. 최근 Swedish twin population survey에서는 28%정도의 유전적 요인이 WHR에 영향을 미치고(Nelson, 1999), Goldon(1994)의 연구에서는 61%정도 영향을 미치는 것으로 보고하였다.

다) BMI와 WHR의 파라독스

BMI가 높은 범위에 있어도 WHR가 낮거나 또는 WHR가 높은 범위에 있어도 BMI가 작은 파라독스에 대한 연구가 이루어지고 있다. Deurenberg(1998)는 연구에서 아시아인이 Caucasian에 비해 BMI 2-3kg/m^2, Gurrice(1998)는 BMI 3kg/m^2 정도 낮은 경향을 보이지만 체지방 비율은 큰 차이가 없음을 보고하고 있다. 또한 아시아인에서는 BMI보다 체지방 비율과 허리둔부비가 비만관련 질환의 주요 위험인자라고 보고한다 (Deurenberg-Yap, 2000; Ko, 1997).

Singh(1999)도 아시아인에서 BMI가 낮더라도 체지방 비율이 높으면 관상동맥 질환의 유병률을 높이고 심혈관계 위험인자인 고혈압과 관련성이 높은 BMI 또는 좌식 생활습관보다 더 관련성이 높다고 주장한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상

연구대상은 1999년 1월 1일부터 2000년 6월 31일까지 강북삼성병원 종합검진센타에서 검진받은 수진자를 대상으로 하였다. 최종 연구대상은 전체 38,053명 중 연령 20세 미만을 제외한 37,425이었다. 조사 대상의 연령 분포는 20세~29세 1,222명, 30~39세 17,472명, 40~49세 11,946명, 50~59세 2,759, 60세 이상 2,654명이었다. 남녀 분포는 남자 27,274명(72%), 여자 10,151명(28%) 이었다

2. 자료수집 방법

가) 신체계측 및 혈압 측정

이 연구에서 측정한 신체계측에는 신장, 체중, 허리 둘레, 둔부 둘레가 포함되었다. 비만도는 신체 계측치를 이용한 BMI와 WHR로 나타내었다. BMI는 체중(kg)을 신장(m)을 제곱한 수치로 나눈 값이다. WHR는 허리둘레를 둔부둘레로 나눈 값으로 정하였는데 허리둘레는 기립자세에서 늑골 최하단부위와 장골사이의 중간지점에서 측정하였고, 둔부둘레는 대전자 부위의 가장 넓은 둘레를 측정하였다.

수축기, 이완기 혈압은 안정된 상태에서 표준화된 수은 혈압기를 이용하여 우측 팔에서 1회 측정하였다.

나) 혈액검사

혈당과 혈청 지질수준은 검사당일 아침 공복시 정맥혈 채혈후 분석하였다. **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 측정하였고** LDL-**콜레스테롤**(low-density lipoprotein cholesterol)**은** Friedwald**공식(총콜레스테롤**- HDL-**콜레스테롤 - 중성지방**/5)**을 이용하여 계산하였다**.

3. 용어의 정의

가) 파라독스의 정의

이 연구에서 파라독스란 BMI와 WHR에서 불일치 되는 것을 의미한다. 즉, 낮은 BMI에 상대적으로 높은 WHR를 가진 경우이다(Yap, 2000). 이와 정반대로 높은 BMI에 상대적으로 낮은 WHR를 가진 경우도 이에 해당된다.

나) BMI와 WHR의 분류와 조합

전체 대상자 37,425명 중 남자 27,274명과 여자 10,151명의 BMI와 WHR를 각각의 Tertile을 기준으로 하여 9그룹으로 나누었다(Fig 1).

이론적으로 BMI와 WHR가 완전한 상관성을 보일 경우 G(Group)1, G2, G3군 만이 있게 된다. 여기서 BMI는 낮고 WHR가 높거나 BMI는 높은데 WHR가 낮은 그룹을 정의에 따라 파라독스군 P(Paradox)1,P2로 명명하였다.

WHR Tertile	1/3	2/3	3/3
3/3	P1	G5	G3
2/3	G4	G2	G7
1/3	G1	G6	**P2**

1/3 2/3 3/3

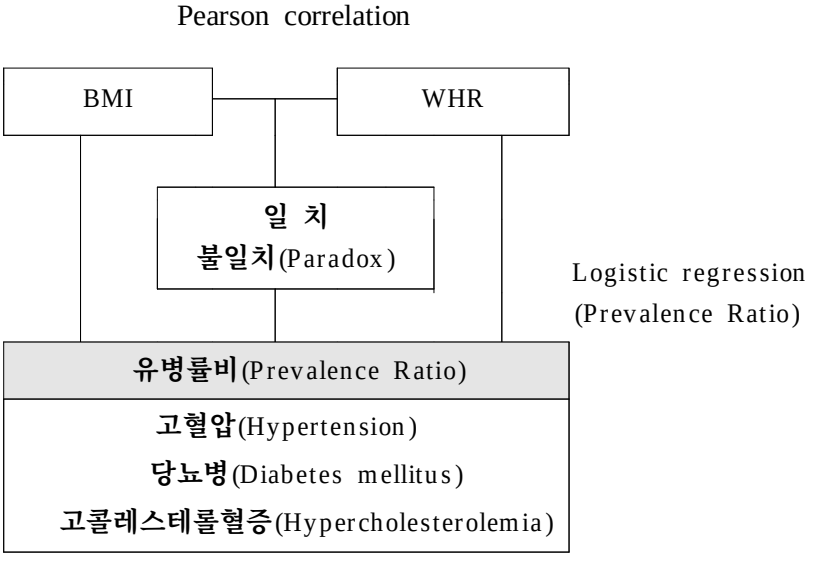
Tertile BMI

Figure 1. Combination of BMI and WHR

다) 고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증의 정의

고혈압은 수축기 혈압이 140mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 90mmHg 이상인 경우로 분류하였다(National Institutes of Health, 1997) 당뇨병은 공복혈당이 126mg/dl이상인 경우로 정의하였고(National Diabetes Data Group, 1997), 고콜레스테롤혈증은 총콜레스테롤이 240mg/이 이상인 경우로 정의하였다(The National Cholesterol Education Program, 1994).

4. 연구 모형



5. 분석방법

통계 분석은 SAS프로그램 이용하였고 모든 측정치는 평균±표준오차로 표시하였다. BMI와 WHR의 관련성은 연령을 보정하기 전후로 구분하여 Partial Pearson Correlation으로 나타내었다. BMI와 WHR 9개 조합에 대한 고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증의 연령교정 유병률을 계산하였다. 9개의 조합중 파라독스 P1과 P2가 고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증의 유병률에 미치는 영향을 Logistic regression 분석을 통하여 유병률비(Prevalence Ratio)로 나타내었다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

조사대상자중 남자는 27,274명, 여자는 10,151명이었고 평균 연령은 여자 43.7±11세, 남자 41.2±8.5세로 여자가 더 높았다. 비만과 관련된 대사이상의 위험 인자인 수축기 혈압, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당 모두 남자가 여자보다 높은 것으로 나타났다.

HDL-콜레스테롤은 여자가 남자보다 높은 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. Charcteristics of the study subjects

		Men n=27,274	Women n=10,151
		Mean±SD	Mean±SD
Age	year	41.2± 8.5	43.7± 11.0
Height	cm	170.0± 5.6	156.9± 5.4
Weight	kg	69.3± 9.1	56.3± 9.4
BMI	kg/m^2	24.0± 2.8	22.2± 4.7
Waist circumference	cm	81.9± 7.3	72.8± 8.8
Hip circumference	cm	94.1± 5.1	91.9± 3.2
WHR		0.87±0.05	0.79 ±8.79
Systolic blood pressure	mmHg	121.4±13.6	118.1±17.7
Diastolic blood pressure	mmHg	80.0± 9.8	75.7±11.6
Total cholesterol	mg/dl	196.6±35.0	195.2±37.5
HDL-cholesterol	mg/dl	48.2±10.8	56.7±13.4
LDL-cholesterol	mg/dl	120.9±31.9	118.9±33.5
Triglyceride	mg/dl	137.8±86.5	97.4±65.2
Fasting blood glucose	mg/dl	90.5±21.0	91.0±20.9

Values are mean±SD
BMI; Body Mass Index
WHR; Waist Hip Ratio
HDL-cholesterol; High Density Lipoprotein cholesterol
LDL-cholesterol; Low Density Lipoprotein cholesterol

2. 연구대상자의 BMI와 WHR의 분포 및 상호관계

가) 연구대상의 BMI 분포

남녀에 따른 BMI 분포는 다음과 같다(Fig 2).

남자는 BMI 23-24.9범주에서 7,785명(전체의 29%)으로 가장 높은 분포를 보였고 여자는 BMI 21-22.9범주에서 2,672명(전체의 26%)으로 가장 높은 분포를 보였다.

남자 대상자 중 BMI Tertile 1, Tertile 2 값에 해당하는 22.8, 25.1를 기준으로 여자는 BMI Tertile 1, Tertile 2 값에 해당하는 21.2, 23.9를 기준으로 하여 각각 3그룹으로 나누었다.

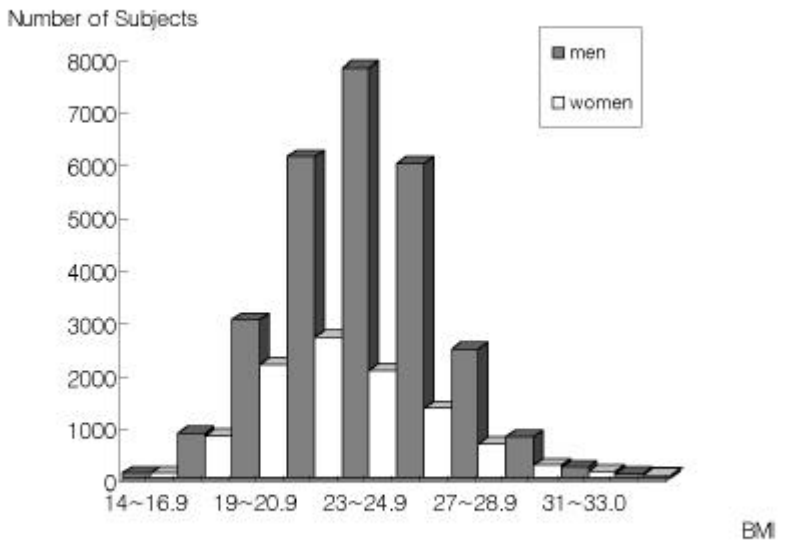


Fig2. Distribution of BMI

나) 연구대상의 WHR 분포

남녀에 따른 WHR 분포는 다음과 같다(Fig 3).

남자는 WHR 0.85-0.89 범주에서 10,933명(전체의 30%)으로 가장 높은 분포를 보였고 여자는 WHR 0.75-0.79 범주에서 3007명(전체의 40%)으로 가장 높은 분포를 보였다. 남자는 WHR Tertile 1, Tertile 2 값에 해당하는 0.85, 0.89를 기준으로 여자는 WHR Tertile 1, Tertile 2 값에 해당하는 0.76, 0.81을 기준으로 하여 각각 3그룹으로 나누었다.

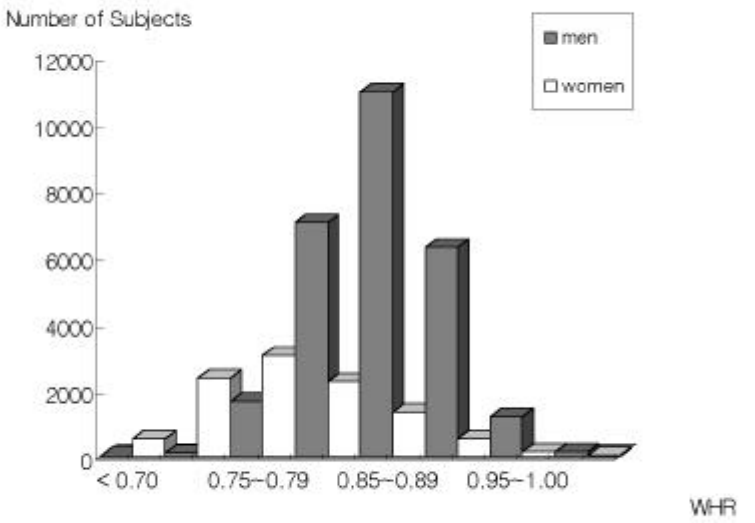
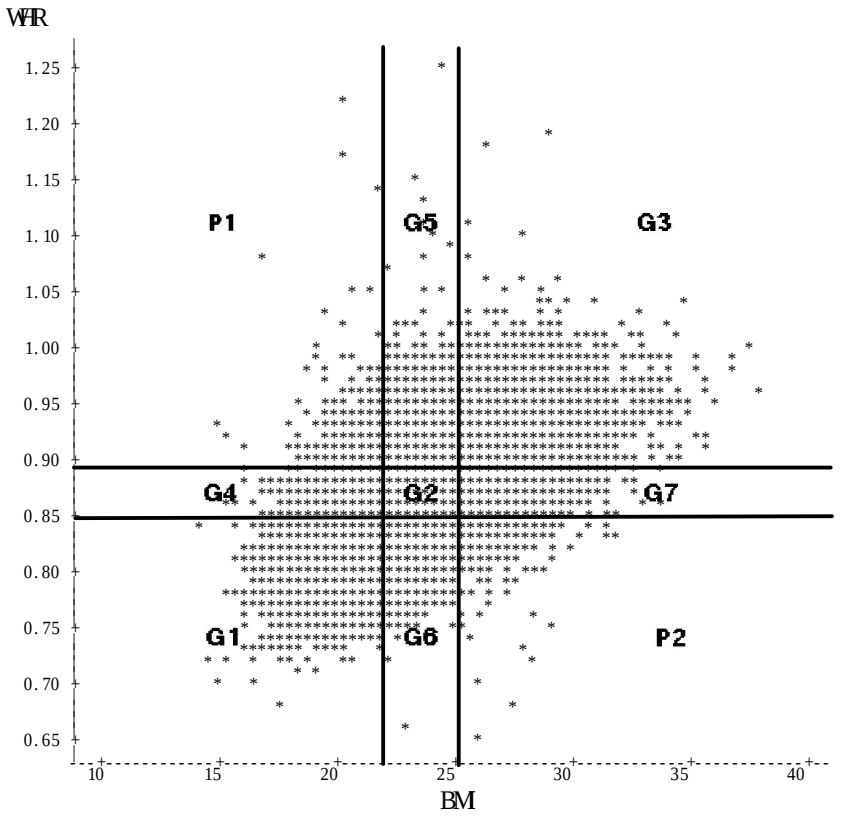


Fig 3. Distribution of WHR

다) BMI와 WHR의 관계 - 남자

남자에서 BMI Tertile 1, 2**는** 22.8, 25.1kg/m ^{2} **이고** WHR Tertile 1, 2**는** 0.85, 0.89**이었다**. BMI**와** WHR Tertile 1, 2**에 의해 각각** 9**그룹으로 나누었다**. WHR Tertile 2 **이상이고** BMI Tertile 1 **이하인 파라독스** 1**은 전체의** 3.3%**였고** WHR Tertile 1 **이하이고** BMI Tertile 2 **이상인 파라독스** 2**는 전체의** 3.2%**였다**.

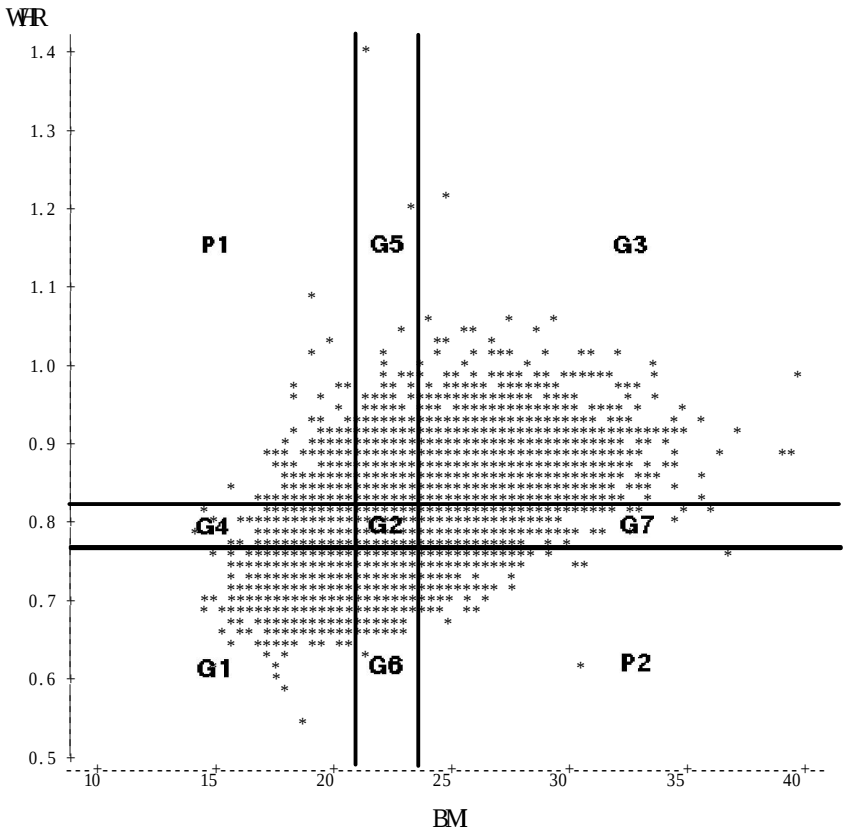


Abbreviation P; Paradox
G; Group

Fig 4. Relationship between BMI and WHR of the study subjects in men

다) BMI와 WHR의 관계 - 여자

여자에서 BMI Tertile 1, 2**는** 21.2, 23.9kg/m^2 **이고** WHR Tertile 1, 2**는** 0.76, 0.81**이었다**. BMI**와** WHR Tertile 1, 2**에 의해 각각** 9**그룹으로 나누었다**. WHR Tertile 2 **이상이고** BMI Tertile 1 **이하인 파라독스** 1**은 전체의** 2.8%**였고** WHR Tertile 1 **이하이고** BMI Tertile 2 **이상인 파라독스** 2**는 전체의** 2.1%**였다**.



Abbreviation P; Paradox
G; Group

Fig 5. Relationship between BMI and WHR of the study subjects in women

3. 연구대상자의 파라독스 P1, P2의 특성

가) 파라독스 1(P1)의 특성(Table 2,3)

남자에서 평균 연령이 47.6±10.7세로 가장 높았고 평균 키는 반대로 가장 작은 168.6±5.9cm였다. 허리둘레는 82.1±3.5cm로 다른 군에 비해 높게 나타났고 이완기, 수축기 혈압 모두 123.0±14.4, 80.4±9.7mmHg로 높았다. 총콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤도 198.6±35.3, 140.2±90.1, 96.4±33.8mg/dl로 다른 군에 비해 높은 경향을 보였다.

여자에서 이완기, 수축기 혈압 모두 117.2±18.7, 75.2±10.7mHg로 높았다. 중성지방, LDL-콜레스테롤도 96.8±71.4, 91.0±26.5mg/dl로 다른 군에 비해 높은 경향을 보였다.

나) 파라독스 2(P2)의 특성(Table 2,3)

남자에서 평균연령이 37.5±5.8세로 가장 낮았고 평균 키는 반대로 가장 큰 170.7±5.5였다. LDL-콜레스테롤은 124.0±31.3mg/dl로 높은 경향을 보였다.

여자에서도 평균 연령은 39.8±7.5세로 낮았고 체중은 65.0±36.1kg로 가장 높았고 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 187.4±33.7, 115.3±29.0mg/dl로 높은 경향을 보였다.

Table 2. Characteristics of the groups in men

		Group 1 n=5895	Group 2 n=3705	Group 3 n=5191	Paradox 1 n=872	Paradox 2 n=919
		Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
Age	yr	38.5± 7.3	41.0± 7.3	43.6± 9.0	47.6±10.7	37.5± 5.8
Height	cm	170.7± 5.6	170.0± 5.4	169.4± 5.5	168.6± 5.9	170.7± 5.5
Weight	kg	60.2± 5.6	69.2± 4.8	78.4± 7.5	61.6± 5.4	76.5± 5.9
BMI	kg/m^2	20.6± 1.4	23.9± 0.7	27.3± 1.8	21.6± 1.0	26.2± 1.1
Waist circumference	cm	72.9± 4.0	82.1± 2.9	91.0± 4.7	82.0± 3.8	82.1± 3.5
Hip circumference	cm	89.6± 3.7	94.1± 3.1	98.2± 4.1	89.5± 3.9	98.5± 3.6
WHR		0.81±0.03	0.87±0.01	0.93± 0.0	0.92± 0.0	0.8± 0.0
Systolic blood pressure	mmHg	116.7±11.2	120.7±12.6	126.9± 15.4	123.0±14.4	121.5±12.8
Diastolic blood pressure	mmHg	76.4± 8.3	79.6± 9.3	84.1± 10.7	80.4± 9.7	80.0± 9.4
Total cholesterol	mg/dl	180.9±31.1	198.4±33.9	208.8± 35.4	198.6±35.3	198.5±35.4
HDL-cholesterol	mg/dl	52.6±11.4	47.3±10.3	44.9± 9.7	49.3±11.3	46.5± 9.9
LDL-cholesterol	mg/dl	109.5±28.2	123.3±31.1	128.3± 33.9	121.2±34.2	124.0±31.3
Triglyceride	mg/dl	94.2±51.1	138.9±80.4	178.2±103.4	140.2±90.1	139.8±81.0
Fasting serum glucose	mg/dl	85.9±14.9	90.4±20.3	95.51±25.44	96.4±33.8	88.3±11.5

HDL-cholesterol; High Density Lipoprotein cholesterol
LDL-cholesterol; Low Density Lipoprotein cholesterol

Table 3. Characteristics of the groups in women

		Group 1 n=2161	Group 2 n=1506	Group 3 n=2221	Paradox 1 n=282	Paradox 2 n=212
		Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
Age	yr	36.0± 7.0	43.2± 9.4	52.6± 9.8	47.4±13.1	39.8± 7.5
Height	cm	159.3± 4.9	157.0± 5.1	154.5± 5.3	155.5± 5.7	157.8± 4.7
Weight	kg	49.5± 4.2	55.8± 3.9	64.2± 7.1	48.2 ± 4.1	65.0±36.1
BMI	kg/m^2	19.5± 1.2	22.6± 0.7	26.9± 2.3	20.1± 1.1	25.1± 1.2
Waist circumference	cm	63.0± 3.2	71.5± 2.7	84.6± 6.5	74.3± 4.3	71.1± 2.7
Hip circumference	cm	87.8± 3.3	91.3± 3.0	96.8± 5.2	87.2± 4.0	96.6± 3.3
WHR		0.72±0.03	0.78±0.02	0.87±0.04	0.85±0.04	0.74± 0.02
Systolic blood pressure	mmHg	109.5±11.7	116.3±15.6	130.5±20.2	117.2±18.7	115.0±14.7
Diastolic blood pressure	mmHg	69.7± 8.3	74.8±10.6	83.8±12.0	75.2±10.7	73.0±10.4
Total cholesterol	mg/dl	180.0±31.4	194.1±36.5	213.5±39.5	191.7±39.9	187.4±33.7
HDL-cholesterol	mg/dl	61.4±13.4	56.7±13.2	51.5±12.2	57.6±14.8	56.4±12.1
LDL-cholesterol	mg/dl	105.1±27.9	118.8±32.4	134.7±35.8	114.4±36.1	115.3±29.0
Triglyceride	mg/dl	67.9±32.4	93.0±56.1	136.5±79.9	96.8±71.4	78.5±42.7
Fasting serum glucose	mg/dl	84.9±10.3	89.4±14.5	99.6±30.9	91.0±26.5	86.4±10.7

HDL-cholesterol; High Density Lipoprotein cholesterol
LDL-cholesterol; Low Density Lipoprotein cholesterol

4. 연령군에 따른 BMI와 WHR의 9개 조합별 유병률

가) 연령군별 유병률 - 남자(Fig 6)

1) **증가형** : Group 3, Group 4, Group 5, **파라독스 1은 연령이 감소함에 따라 유병률이 증가하는 것으로 나타났다**.

2) **감소형** : Group 1, Group 6, **파라독스 2는 연령이 증가함에 따라 유병률이 감소하는 것으로 나타났다**.

2) **증가후 감소형** : Group 2, Group 7**은 연령이 증가함에 따라 유병률이 증가하다가 감소하는 것으로 나타났다**.

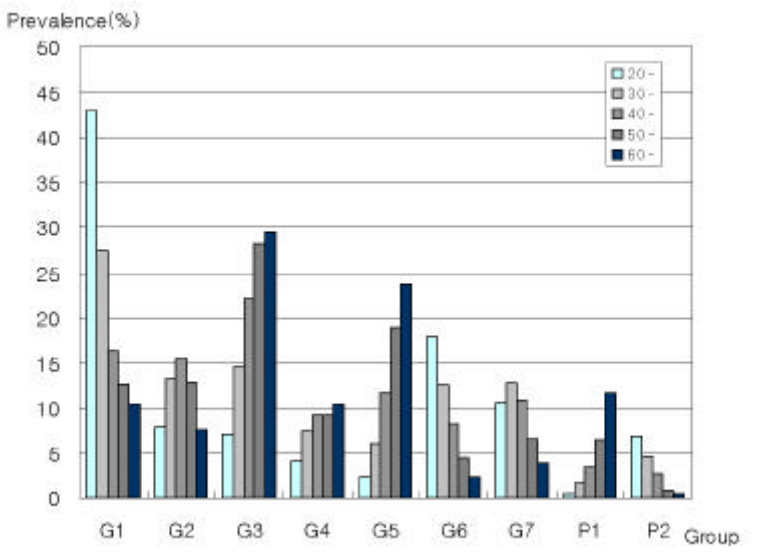


Figure 6. Prevalence of groups and paradoxs by age in men

나) 연령군별 유병률 - 여자(Fig 7)

1) **증가형** : Group 3, Group 5, **파라독스 1은 연령이 증가함에 따라 유병률이 증가하는 것으로 나타났다**.

2) **감소형** : Group 1**은 연령이 증가함에 따라 유병률이 감소하는 것으로 나타났다**.

2) **증가후 감소형** : Group 2, Group 4, Group 6, Group 7, **파라독스 2는 연령이 증가함에 따라 유병률이 증가하다가 감소하는 것으로 나타났다**.

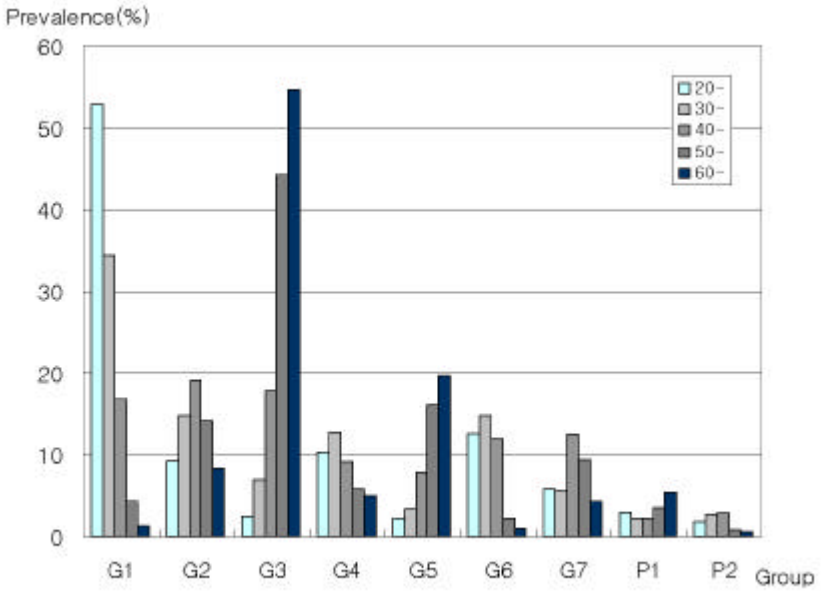


Figure 7. Prevalence of groups and paradoxs by age in women

5. BMI와 WHR의 조합에 따른 고혈압의 유병률

연령을 보정한 후 BMI, WHR 모두 가장 낮은 tertile인 Group 1과 비교했을 때 고혈압의 유병률은 다음과 같다(Fig 8, 9).

남자에서 Group 3의 유병률이 32.5%, Group 7의 유병률은 25.0%, 파라독스 2의 유병률은 23.6으로 BMI tertile이 가장 높은 그룹에서 유병률이 높았다.

여자에서는 Group 3의 유병률이 23.3, Group 7의 유병률은 11.2, Group 5의 유병률은 7.7, Group 2의 유병률은 6.7이였다. BMI와 WHR의 tertile이 증가할수록 유병률이 증가하는 것으로 나타났다.

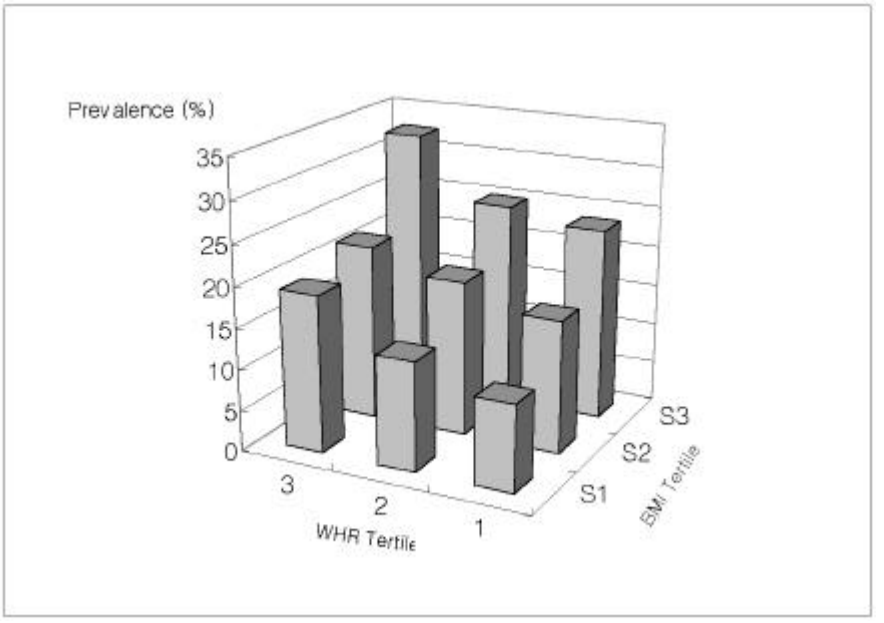


Figure 8. Age adjusted prevalence of hypertension with reference to group 1 according to tertile among men.

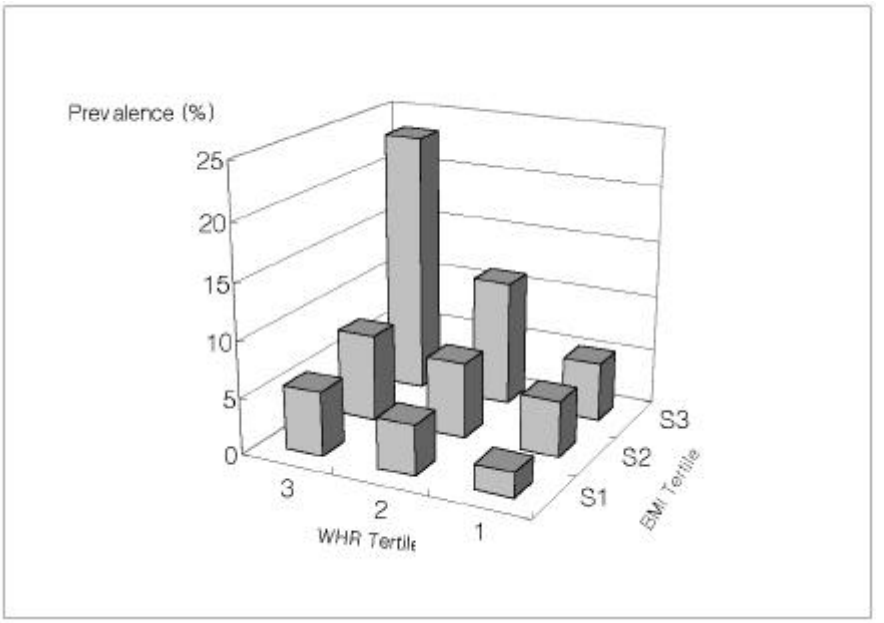


Figure 9. Age adjusted prevalence of hypertension with reference to group 1 according to tertile among women.

6. BMI와 WHR의 조합에 따른 당뇨병의 유병률

연령을 보정한 후 BMI, WHR 모두 가장 낮은 tertile인 Group 1과 비교했을 때 당뇨병의 유병률은 다음과 같다(Fig 10,11).

남자에서 Group 3의 유병률이 3.9%, Group 5의 유병률은 2.9%, 파라독스 1의 유병률은 3.0%로 WHR tertile이 가장 높은 그룹에서 유병률이 높았다. 여자에서는 Group 3의 유병률이 3.3, Group 7의 유병률은 1.4, Group 5의 유병률은 1.6, Group 2의 유병률은 0.9였다. BMI와 WHR의 tertile이 증가할수록 유병률이 증가하는 것으로 나타났다.

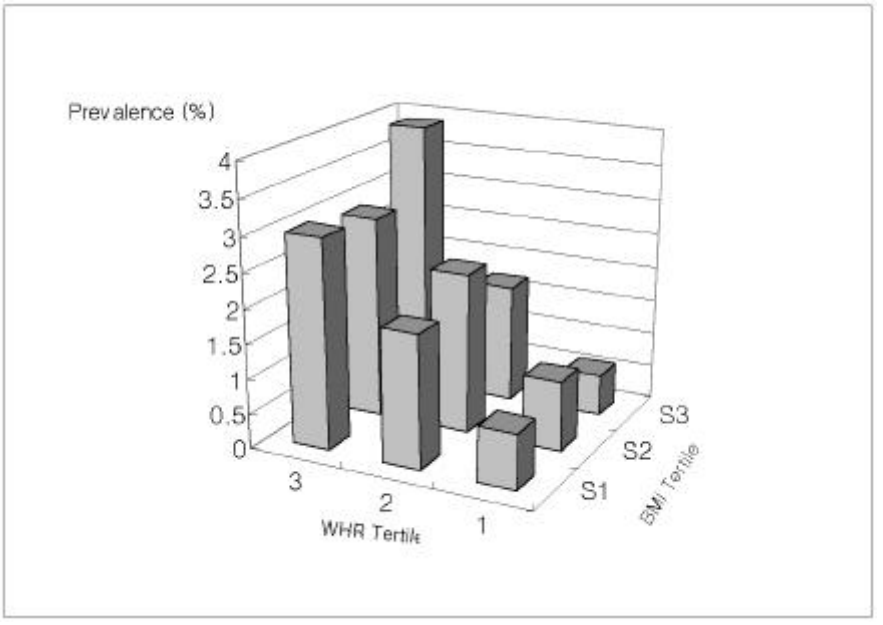


Figure 10. Age adjusted prevalence of diabetes mellitus with reference to group 1 according to tertile among men.

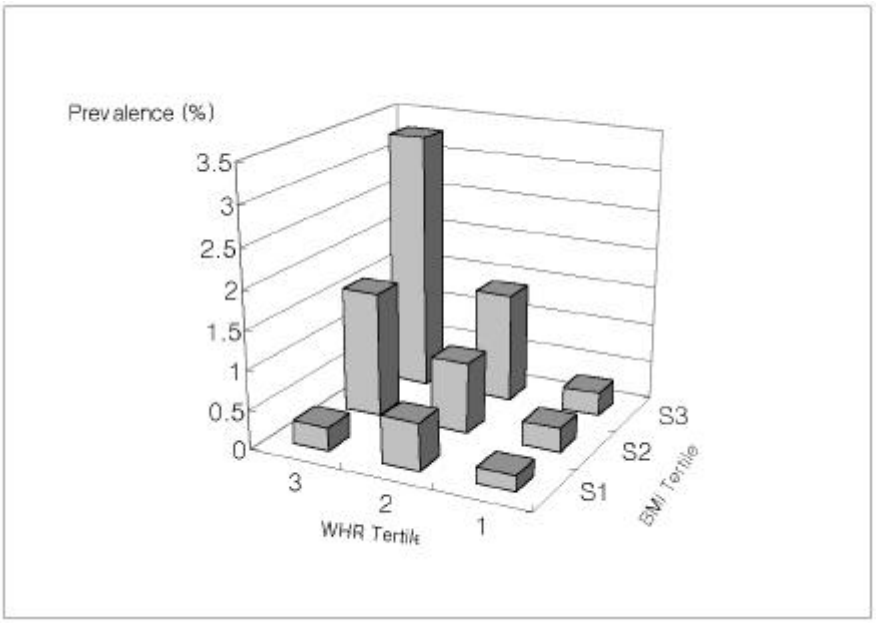


Figure 11. Age adjusted prevalence of diabetes mellitus with reference to group 1 according to tertile among women.

7. BMI와 WHR의 조합에 따른 고콜레스테롤혈증의 유병률

연령을 보정한 후 BMI, WHR 모두 가장 낮은 tertile인 Group 1과 비교했을 때 고콜레스테롤혈증의 유병률은 다음과 같다(Fig 12, 13).

남자에서 Group 3의 유병률이 16.6%, Group 7의 유병률은 13.2%, Group 5의 유병률은 12.2%로 BMI와 WHR의 tertile이 증가할수록 유병률이 증가하는 것으로 나타났다. 여자에서도 Group 3의 유병률이 10.5, Group 7의 유병률은 8.7, Group 2의 유병률은 6.5로 BMI와 WHR의 tertile이 증가할수록 유병률이 증가하는 것으로 나타났다.

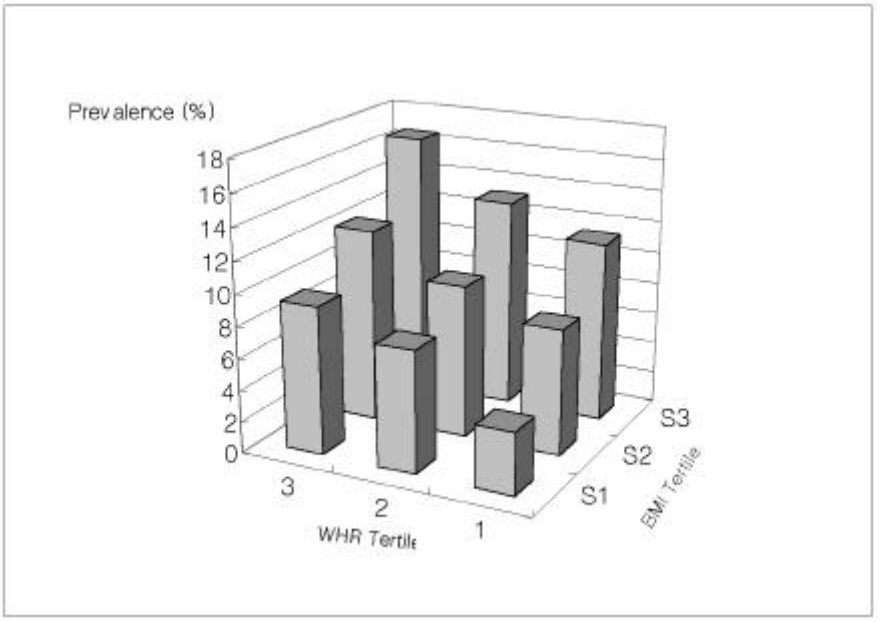


Figure 12. Age adjusted prevalence of hypercholesterolemia with reference to group 1 according to tertile among men.

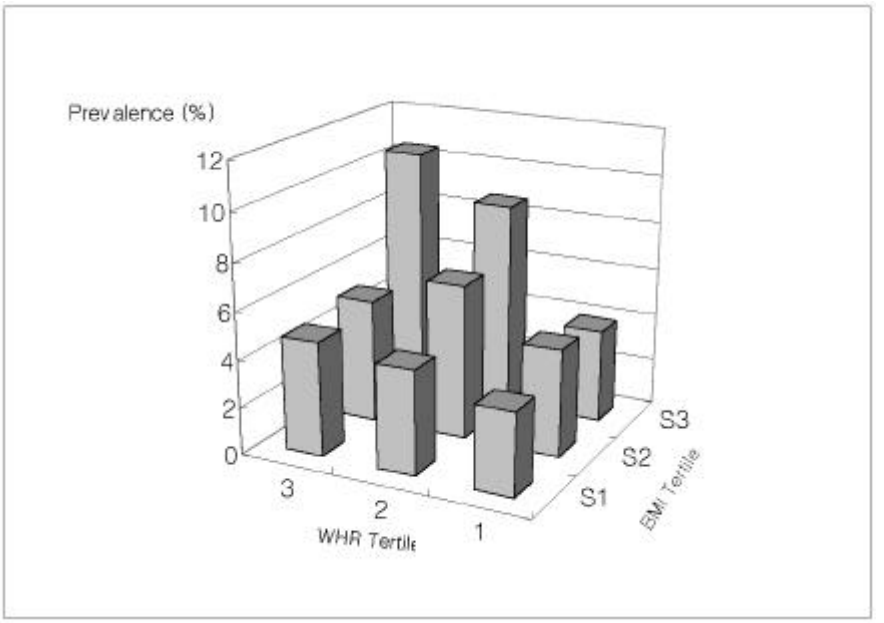


Figure 13. Age adjusted prevalence of hypercholesterolemia with reference to group 1 according to tertile among women.

8. BMI와 WHR의 파라독스와 고혈압 유병률과의 관련성

BMI와 WHR의 파라독스와 고혈압 유병률과의 관련성은 다음과 같다 (Table 4, 5).

남자에서 BMI 22.8이하인군을 비교군으로 BMI에서 파라독스인 P1을 제외시키기 전, 후로 구분하여 고혈압의 유병률의 변화를 보면 BMI 22.8-25.1 미만군에서 1.7에서 1.8로 BMI 25.1이상군에서 2.8에서 3.1로 증가하는 경향을 보였다. WHR 0.85이하인군을 비교군으로 WHR에서 파라독스인 P2를 제외시키기 전, 후로 구분하여 고혈압의 유병률의 변화를 보면 WHR 0.85-0.89미만군에서 1.6에서 1.7로 WHR 0.89이상군에서 2.5에서 2.7로 증가하는 경향을 보였다.

여자에서 BMI 21.2이하인군을 비교군으로 BMI에서 파라독스인 P1을 제외시키기 전, 후로 구분하여 고혈압의 유병률의 변화를 보면 BMI 21.2-23.9 미만군에서 2.0에서 2.2로 BMI 23.9이상군에서 4.4에서 4.8로 증가하는 경향을 보였다. WHR 0.76이하인군을 비교군으로 WHR에서 파라독스인 P2를 제외시키기 전, 후로 구분하여 고혈압의 유병률의 변화를 보면 WHR 0.76-0.81미만군에서 2.4에서 2.7로 WHR 0.81이상군에서 4.4에서 4.9로 증가하는 경향을 보였다.

Table 4. Prevalence Ratio(PR) of BMI and WHR on hypertension† before-after paradox among men

	Variable	Before			After		
		PR	(95%Cl)	P-value	PR	(95%Cl)	P-value
BMI	<22.8	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.0	(1.0-1.1)	<0.001	1.0	(1.0-1.1)	<0.001
	22.8-25.1	1.7	(1.5-1.8)	<0.001	1.8	(1.7-2.0)	<0.001
	25.1<	2.8	(2.6-3.1)	<0.001	3.1	(2.8-3.3)	<0.001
WHR	<0.85	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.0	(1.0-1.0)	<0.001	1.0	(1.0-1.0)	<0.001
	0.85-0.89	1.6	(1.5-1.7)	<0.001	1.7	(1.6-1.9)	<0.001
	0.89<	2.5	(2.3-2.7)	<0.001	2.7	(2.5-2.9)	<0.001

Before: all group
After: exclusion Paradox in all groups
BMI: Body Mass Indrx
WHR: Waist Hip Ratio
†Hypertension: Systolic blood pressure of at least 140mmHg and/or diastolic blood pressure of at least 90mmHg.

Table 5. Prevalence Ratio(PR) of BMI and WHR on hypertension† before-after paradox among women

	Variable	Before			After		
		PR	(95%Cl)	P-value	PR	(95%Cl)	P-value
BMI	<21.2	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	21.2-23.9	2.0	(1.7-2.5)	<0.001	2.2	(1.8-2.7)	<0.001
	23.9<	4.4	(3.7-5.3)	<0.001	4.8	(3.9-6.0)	<0.001
WHR	<0.76	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	0.76-0.81	2.4	(2.0-3.0)	<0.001	2.7	(2.2-3.4)	<0.001
	0.81<	4.4	(3.5-5.4)	<0.001	4.9	(3.9-6.1)	<0.001

Before: all group
After: exclusion Paradox in all groups
BMI: Body Mass Indrx
WHR: Waist Hip Ratio
†Hypertension: Systolic blood pressure of at least 140mmHg and/or diastolic blood pressure of at least 90mmHg.

9. BMI와 WHR의 파라독스와 당뇨병 유병률과의 관련성

BMI와 WHR의 파라독스와 당뇨병 유병률과의 관련성은 다음과 같다 (Table 6, 7).

남자에서 BMI 22.8이하인군을 비교군으로 BMI에서 파라독스인 P1을 제외시키기 전, 후로 구분하여 당뇨병의 유병률의 변화를 보면 BMI 22.8-25.1 미만군에서 1.6에서 2.1로 BMI 25.1이상군에서 2.0에서 2.6로 증가하는 경향을 보였다. WHR 0.85이하인군을 비교군으로 WHR에서 파라독스인 P2를 제외시키기 전, 후로 구분하여 당뇨병의 유병률의 변화를 보면 WHR 0.85-0.89미만군에서 2.5에서 2.4로 WHR 0.89이상군에서 4.7에서 4.4로 감소하는 경향을 보였다.

여자에서 BMI 21.2이하인군을 비교군으로 BMI에서 파라독스인 P1을 제외시키기 전, 후로 구분하여 당뇨병의 유병률의 변화를 보면 BMI 21.2-23.9 미만군에서 2.4에서 3.2로 BMI 23.9이상군에서 4.1에서 5.4로 증가하는 경향을 보였다. WHR 0.76이하인군을 비교군으로 WHR에서 파라독스인 P2를 제외시키기 전, 후로 구분하여 당뇨병의 유병률의 변화를 보면 WHR 0.76-0.81미만군에서 3.5에서 3.7로 WHR 0.81이상군에서 10.4에서 10.8로 증가하는 경향을 보였다.

Table 6. Prevalence Ratio(PR) of BMI and WHR on diabetes mellitus† before-after paradox among men

	Variable	Before			After		
		PR	(95%Cl)	P-value	PR	(95%Cl)	P-value
BMI	<22.8	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	22.8-25.1	1.6	(1.3-1.9)	<0.001	2.1	(1.6-2.6)	<0.001
	25.1<	2.0	(1.7-2.4)	<0.001	2.6	(2.1-3.2)	<0.001
WHR	<0.85	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.0	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	0.85-0.89	2.5	(1.9-3.3)	<0.001	2.4	(1.8-3.1)	<0.001
	0.89<	4.7	(3.7-6.0)	<0.001	4.4	(3.5-5.7)	<0.001

Before: all group
After: exclusion Paradox in all groups
BMI: Body Mass Indrx
WHR: Waist Hip Ratio
†Diabetes mellitus : fasting serum glucose value of at least 126mg/dl.

Table 7. Prevalence Ratio(PR) of BMI and WHR on diabetes mellitus† before-after paradox among women

	Variable	Before			After		
		PR	(95%Cl)	P-value	PR	(95%Cl)	P-value
BMI	<21.2	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	21.2-23.9	2.4	(1.5-4.0)	<0.001	3.2	(1.7-5.8)	<0.001
	23.9<	4.1	(2.6-6.6)	<0.001	5.4	(3.0-9.7)	<0.001
WHR	<0.76	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	0.76-0.81	3.5	(1.7-7.3)	<0.001	3.7	(1.7-7.9)	<0.001
	0.81<	10.4	(5.2-20.9)	<0.001	10.8	(5.2-22.6)	<0.001

Before: all group
After: exclusion Paradox in all groups
BMI: Body Mass Indrx
WHR: Waist Hip Ratio
†Diabetes mellitus : fasting serum glucose value of at least 126mg/dl.

10. BMI와 WHR의 파라독스와 고콜레스테롤혈증 유병률과의 관련성

BMI와 WHR의 파라독스와 고콜레스테롤혈증 유병률과의 관련성은 다음과 같다(Table 8, 9).

남자에서 BMI 22.8이하인군을 비교군으로 BMI에서 파라독스인 P1을 제외시키기 전, 후로 구분하여 당뇨병의 유병률의 변화를 보면 BMI 22.8-25.1미만군에서 1.9에서 2.1로 BMI 25.1이상군에서 2.8에서 3.1로 증가하는 경향을 보였다. WHR 0.85이하인군을 비교군으로 WHR에서 파라독스인 P2를 제외시키기 전, 후로 구분하여 고콜레스테롤혈증의 유병률의 변화를 보면 WHR 0.85-0.89미만군에서 1.9에서 2.2로 WHR 0.89이상군에서 2.8에서 3.2로 증가하는 경향을 보였다.

여자에서 BMI 21.2이하인군을 비교군으로 BMI에서 파라독스인 P1을 제외시키기 전, 후로 구분하여 고콜레스테롤혈증의 유병률의 변화를 보면 BMI 21.2-23.9미만군에서 1.5에서 1.6로 BMI 23.9이상군에서 2.2에서 2.3로 증가하는 경향을 보였다. WHR 0.76이하인군을 비교군으로 WHR에서 파라독스인 P2를 제외시키기 전, 후로 구분하여 고콜레스테롤혈증의 유병률의 변화를 보면 WHR 0.76-0.81미만군에서 1.7에서 1.7로 변화가 없었고 WHR 0.81이상군에서 2.3에서 2.4로 증가하는 경향을 보였다.

Table 8. Prevalence Ratio(PR) of BMI and WHR on hypercholesterolemia† before-after paradox among men

	Variable	Before			After		
		PR	(95%Cl)	P-value	PR	(95%Cl)	P-value
BMI	<22.8	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.0	(1.0-1.1)	<0.001	1.0	(1.0-1.1)	<0.001
	22.8-25.1	1.7	(1.5-1.8)	<0.001	1.8	(1.7-2.0)	<0.001
	25.1<	2.8	(2.6-3.1)	<0.001	3.1	(2.8-3.3)	<0.001
WHR	<0.85	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.0	(1.0-1.0)	<0.001	1.0	(1.0-1.0)	<0.001
	0.85-0.89	1.6	(1.5-1.7)	<0.001	1.7	(1.6-1.9)	<0.001
	0.89<	2.5	(2.3-2.7)	<0.001	2.7	(2.5-2.9)	<0.001

Before: all group
After: exclusion Paradox in all groups
BMI: Body Mass Indrx
WHR: Waist Hip Ratio
†Hypercholesterolemia : Total cholesterol level of at least 240mg/dl

Table 9. Prevalence Ratio(PR) of BMI and WHR on hypercholesterolemia† before-after paradox among women

	Variable	Before			After		
		PR	(95%Cl)	P-value	PR	(95%Cl)	P-value
BMI	<21.2	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	21.2-23.9	2.0	(1.7-2.5)	<0.001	2.2	(1.8-2.7)	<0.001
	23.9<	4.4	(3.7-5.3)	<0.001	4.8	(3.9-6.0)	<0.001
WHR	<0.76	1.0(Reference)			1.0(Reference)		
	Age	1.1	(1.1-1.1)	<0.001	1.1	(1.1-1.1)	<0.001
	0.76-0.81	2.4	(2.0-3.0)	<0.001	2.7	(2.2-3.4)	<0.001
	0.81<	4.4	(3.5-5.4)	<0.001	4.9	(3.9-6.1)	<0.001

Before: all group
After: exclusion Paradox in all groups
BMI: Body Mass Indrx
WHR: Waist Hip Ratio
†Hypercholesterolemia : Total cholesterol level of at least 240mg/dl

Ⅳ. 고찰

이 연구는 20세 이상의 남녀 37425명을 대상으로 체중, 키를 이용한 일반적인 비만의 지표로 BMI와 허리 둘레, 둔부 둘레를 이용한 복부 비만의 지표로 WHR를 이용하여 BMI와 WHR의 불일치로 설명되는 파라독스의 연령별 유병률을 알아보고 이것이 BMI, WHR와 관련된 질환의 유병률에 주는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구 결과 남자에서 BMI Tertile 2는 25.1kg/m^2, WHR Tertile 2는 0.89였고, 여자에서 BMI Tertile 2는 23.9kg/m^2, WHR Tertile 2는 0.81였다. 이는 대한비만 학회에서의 과체중 범위 23-24.9kg/m^2와는 비슷한 수준이지만 경도비만 범위 25-29.9kg/m^2이상과는 차이를 보였다. 그러나 WHR는 복부 비만은 서구와 우리나라의 기준과 유사한 것으로 나타났다. 이는 서구의 비만과 조금 다른 경향을 보이는 앞서 이루어진 아시아인 대상의 몇몇 연구들과 일치한다(Wang J, 1994; Guricc, 1998; Deurenberg -Yap, 2000; Ko, 1997). BMI의 인종별 차이는 환경, 체격 또는 신장 등의 차이로 인해 아시아인들에게도 조금은 차가 존재하지만 caucasians과 다른 경향을 보인다(Deurenberg -Yap, 2000; Deurenberg P, 1999). 특히 WHR Tertile 2 이상이고 BMI Tertile 1 이하인 파라독스 1은 전체의 약 3.0%였고 WHR Tertile 1 이하이고 BMI Tertile 2 이상인 파라독스 2는 전체의 약 3.0%였다.

본 연구에서 연령에 따른 그룹별 분포를 보면 남녀 모두에서 WHR는 연령과 관련성이 큰 것으로 나타났다. 남녀 모두에서 BMI는 각기 다르고 WHR Tertile이 높은 Group 3, 5, 파라독스1에서 연령의 증가에 따라 그룹의

분포가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 박혜순 등(1998), Rimm et al(1995)이 남자에서 특히 유의한 관련성을 보인다고 Tai (2000)는 여자에서 유의한 관련성을 보인다고 보고했는데 이런 서구와 아시아인 대상의 연구들과 일치한다. 연령이 증가하면서 내장지방에서 지방 분해 억제 작용을 갖는 α^2-adrenoreceptor의 작용은 증가하고, 지방 분해 작용을 갖는 catecholamine의 작용은 저하되므로 연령이 많아지면 내장 지방의 축적이 증가하는 것으로 생각된다(Lonnquist, 1990). 또한 본 연구에서 BMI는 연령과 관련성을 보이지 않았으나 BMI가 연령에 따라 위험이 없다는 것은 아니다. 젊은 연령대에서 BMI가 높은 사람은 높은 연령대에 비록 적은 BMI 가지더라도 질병에 대한 위험 요인은 상승한다(Willett et al, 1995).

본 연구에서의 BMI와 WHR의 조합에 따른 고혈압의 유병률은 남자에서는 BMI와 WHR가 모두 낮은 Group 1을 기준으로 BMI가 높은 Group 3, 7, 파라독스 2에서 32.5%, 25%, 23.6%로 높았다. 여자에서는 BMI와 WHR가 높은 Group 3, 7, 5에서 23.3%, 11.2%, 7.7%로 높았다. 또한 BMI와 WHR의 조합에 따른 고혈압의 상대위험도는 남자에서는 BMI와 WHR가 모두 낮은 Group 1을 기준으로 BMI가 높은 Group 3, 7, 파라독스 2에서 3.83, 2.86, 2.68배 높은 것으로 나타났다. 여자에서는 BMI와 WHR가 높은 Group 3, 7, 5에서 8.93배, 6.36배, 4.55배 높았다. Ko et al (1997)은 BMI와 WHR가 모두 높은 군에서 고혈압의 위험이 높아진다는 보고했으나 Gray et al(2000), Hartz et al(1984), Hu et al(2000), 김상만 등(1997)은 연구에서 BMI가 WHR보다 고혈압과의 관련성이 더 크다고 보고했다.

본 연구에서의 BMI와 WHR의 조합에 따른 당뇨병의 유병률은 남자에서는 BMI와 WHR가 모두 낮은 Group 1을 기준으로 WHR가 높은 Group 3,

5, 파라독스 1에서 3.9%, 2.9%, 3.0%로 높았다. 여자에서는 BMI와 WHR가 높은 Group 3, 7, 5에서 3.3%, 1.4%, 1.6%로 높았다. 이는 일반적인 비만과 복부 비만 모두가 인슐린 저항성과 고인슐린 혈증을 유발한다는 몇몇 연구들과 일치한다(Aaron , Ohlson, 1985; Feskens, 1989; Carey,1997). 한편 여성을 대상으로 한 Aaron et al(2000)은 연구에서 낮은 BMI를 가지더라도 높은 수준의 WHR를 가진 사람에서는 당뇨병의 위험이 유의하게 증가한다고 보고했다. 이는 본연구에서 남녀 모두에서 BMI가 작고 WHR가 가장 높은 파라독스 1의 당뇨병에 대한 유병률의 증가와 일치한다. 그러나 본 연구에서는 특히 남성의 복부 비만에 큰 영향을 미치는 담배, 술 등의 인자에 대한 연구가 이루어지지 않았으므로 앞으로 더 많은 연구가 요구된다.

본 연구에서의 BMI와 WHR의 조합에 따른 고콜레스테롤혈증의 유병률은 남자에서는 BMI와 WHR가 모두 낮은 Group 1을 기준으로 WHR가 높은 Group 3, 7, 5에서 16.6%, 13.2%, 12.20%로 높았다. 여자에서는 BMI와 WHR가 높은 Group 3, 7, 2에서 10.5%, 8.7%, 6.5%로 높았다. BMI가 고콜레스테롤혈증의 위험인자라는 몇몇 연구에서 보고하고 있지만(이득주, 1996; Hsieh, 2000) 몇몇 연구에서는 특히 WHR가 위험인자라고 보고하고 있다(Chunmlea WC, 1992; Seidell 1992). 비만에 의한 콜레스테롤 합성의 증가는 인슐린에 의해 간세포의 HMG-CoA 환원효소(hydroxymethyl glutaryl CoA reductase)의 활성에 의해 항진되고 이는 복부 비만의 영향을 더 크게 받는다(임상비만학, 1995). 내장내 지방 조직은 대사적으로 활성도가 높아 유리지방산의 분비를 증가시키고 인슐린수용체의 감수성을 감소시키며 증가된 유리지방산은 간에서의 인슐린 흡수를 억제하고 초저밀도 콜레스테롤을 증가시킨다(김미연, 1999).

비만지표인 BMI, WHR와 관련된 질병의 위험은 BMI, WHR의 파라독스를 제외하지 않은 전체군에 비해 파라독스를 제외하면 증가 하는 경향을 보였다. 이는 BMI, WHR와 관련된 질병의 위험은 파라독스를 제외하지 않으면 질명의 위험이 낮게 추정될 수 있음을 나타낸다. 그러나 이 연구에서 파라독스군을 포함하기 전후의 위험의 증가가 크지 않았고 여자에서 WHR의 파라독스를 제외하기 전후에 감소 경향을 보인 것은 비만 지표에 영향을 미치는 다른 변수 즉 사회적, 경제적 여건, 식생활, 생활 습관등이 고려되지 않았기 때문이라 사료된다. 아시아인에서 높은 복부 비만은 불균형한 식습관, 활동량 부족 등의 생활 습관과 관련이 큰 인자이므로 이러한 인자들을 포함한 다각적인 연구가 앞으로 더 폭 넓게 수행되야 할 것이다.

Ⅴ. 결론

이 연구는 20세 이상의 남녀 37425명을 대상으로 체중, 키를 이용한 일반적인 비만의 지표로서 BMI와 허리 둘레, 둔부 둘레를 이용한 복부 비만의 지표로서 WHR를 이용하여 BMI와 WHR의 불일치로 설명되는 파라독스의 연령별 유병률을 알아보고 이것이 BMI, WHR와 관련된 질환의 유병률에 주는 영향을 알아보고자 하였다.

1. 남자에서 BMI Tertile 2는 25.1kg/m^2, WHR Tertile 2는 0.89였고 여자에서 BMI Tertile 2는 23.9kg/m^2, WHR Tertile 2는 0.81였다. 연령에 따른 그룹별 분포를 보면 남녀 모두에서 연령이 증가할수록 WHR가 증가하는 것으로 나타났다.

2. 파라독스 1은 남녀에서 각각 3.1%, 2.8%를 차지하는 것으로 파라독스 2는 남녀에서 각각 3.3%, 2%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 파라독스 1은 연령에 따라 분포가 증가하는 것으로 나타났고 파라독스 2는 연령의 증가에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

3. BMII와 WHR의 조합에 따른 고혈압의 유병률은 남자에서는 BMI Tertile이 가장 높은 그룹에서 높았고 여자에서는 BMI 와 WHR Tertile이 높은 그룹에서 높게 나타났다. BMI와 WHR의 조합에 따른 당뇨병의 유병률은 남자에서는 WHR Tertile이 가장 높은 그룹에서 높았고 여자에서는 BMI와 WHR Tertile이 높은 그룹에서 높게 나타났다. BMI와 WHR의 조합에 따른 고콜레스테롤혈증의 유병률은 남녀 모두에서 BMI 와 WHR Tertile이 높

은 그룹에서 높게 나타났다.

4. 비만지표인 BMI, WHR와 관련된 질병의 위험은 BMI, WHR의 파라독스를 제외하지 않은 전체군에 비해 파라독스를 제외하면 증가 하는 경향을 보였다. 이는 BMI, WHR와 관련된 질병의 위험은 파라독스를 제외하지 않으면 질명의 위험이 낮게 추정될 수 있음을 나타낸다.

이상의 결과로 비만도를 나타낼 때 BMI와 WHR 모두가 지표로 사용되어야 하며 한국인에서 연령에 따라 증가 경향을 보이는 BMI가 작고 WHR가 큰 파라독스 1과 반대로 젊은 연령대에서 많은 비율을 차지하는 BMI가 크고 WHR가 작은 파라독스 2는 비만과 관련된 질병의 위험을 규명하는데 특별히 고려되어야 할 것으로 생각된다.

참고 문헌

국승래, 박영수, 고완규 등. 정상군과 비만군에서 허리-둔부 둘레비에 따른 체지방, 고지혈증, 혈압, 혈당과의 관계. 가정의학회지 1997; 18: 317-327

김광민, 김상만, 최희정 등. 건진센터 수검자 자료를 이용한 비만지표에 대한 연구. 대한비만학회지 1997; 6(2): 137-142

김미연, 최윤선, 이영미 등. 관상동맥조형술로 확진된 허혈성심질환자에서 체지방 분포 및 심혈관계 위험인자의 관련성. 대한비만학회지 1999; 8: 164-173

김상만, 김성수, 윤수진 등. 복부 내장지방량을 가장 잘 표현 할 수 있는 단순 비만 지표는?. 대한 비만학회지 1998; 7: 157-168

김영성. 지방 세포의 대사조절; 분자 생물학적 접근. 대한비만학회지 1999; 8: 13-20

김응진, 민헌기, 최영길 등, 당뇨병학. 고려의학, 1998

대한비만학회. 의료보험 건강 진단 자료를 이용한 연령별 이상체중의 산출. 대한비만학회지 1997; 6:15-26

대한비만학회. 임상비만학. 1995

박혜순, 임신혜. 한국인 비만 환자에서 성별, 연령에 따른 내장지방 축적 양상 및 심혈관 위험요인과의 관련성. 대한 비만학회지 1998; 7(4): 342-353

송영득. 세계 각국의 비만치료지침. 대한비만학회지 1999; 8(3): 31-35

이득주, 김상만, 이은주 등. 여성에서 허리둔부 둘레비와 비만관련 질환의 예측. 대한비만학회지 1996; 5(1): 41-48

허갑범. 비만과 인슐린 저항성 증후군. 대한비만학회 추계학술대회 1996

Bouchard C, Rice T, Lemieux S et al. Major gene for abdominal visceral fat area in the Quebec Family study. Int J Obes 1996; 20: 420-427

Cardon L, Carmelli D, Fabsitz R et al. Genetic and environmental correlations between obesity and body fat distribution in adult male twins. Hum Biol 1994; 66: 465-479

Carey V, Walters E, Colditz G et al. Body fat distribution and risk of non-insulin dependent diabetes in women. Am J Epidemiol 1997; 145: 614-619

Chumlea WC, Baumgarthner RN, Garry PJ et al. Fat distribution and blood lipids in a sample of healthy elderly people. Int J OBES 1992; 16: 125-133

Deurenberg p, Deurenberg-Yap M, Wang J et al. The impact of body build on the relationship between body mass index and body fat percent. Int J Obes 1999; 23: 537-542

Deurenberg -Yap M, Schmidt G, Deurenberg P et al. The Paradox of low body mass index and high body fat percentage among chinese, malays and indians in Singapore. Int J Obes 2000; 24: 1011-1017

Elizabeth M, Ruth M, Kristine G et al, Diet and waist hip ratio : important of lipoprotein levels in sedentary and active young men with no evidence of cardiovascular disease. J Am Diet Assoc 1999; 99: 1373-1379

Gallagher D, Visser M, Sepulveda D et al, How useful is BMI for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups. Am J

Epidemiol 1996; 143: 228-239

Guricc S, Hartriyant Y, Hautvast JG et al. Relationship between body fat and body mass index: differences between Indoneisians and Dutch Caucasians. Eur J Clin Nutr 1998; 52: 779-783

Han TS, Leer EM, Seidell JC et al. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors : prevalence study in a random sample. BMJ 1995; 311: 1401-1405

Hsish SD , Yoshinaga H , Muto T et al. Health risks among Japanese men with moderate body mass index. Int J Obes 2000; 24: 358-362

Ko GTC, Chan JCN, Lau E et al. Simple anthropometric indexes and cardiovascular risk factors in Chinese. Int J Obes 1997; 21: 995-1001

Larsson B, Svardsudd K, Welin L et al. Abdominal adipose tissue distribution, obesity and risk of CVD and death: 13 year follow-up of participants in the study of men born in 1913. Br Med J 1984; 288: 1401-1404

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE, Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. BMJ 1995; 311: 158-161

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

National Diabetes Data Group. Report of the expert committee on the diagnostic classification of diabetes. Diabetes care 1997; 20:1183-1197

National Institutes of Health. The sixth report of the joint national committee on detection, evaluation, and treatment of high blood pressure.

Bethesda, Md: National institutes of health. NIH publication 1997

Nelson TL, Vogler GP, Pedersen NL et al. Genetic and environmental influences on waist-to-hip ratio and waist circumference in an older Swedish twin population. Int J Obes 1999; 23: 449-455

Ohlson LO, Larsson B, Svardsudd K et al. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus: 13.5years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. Diabetes 1985; 34: 1055-1058

Perusse L, Leblanc C, Bouchard C. Inter-generation transmission of physical fitness in the Canadian population. Can J Sport Sci 1988; 13: 8-14.

Feskens EJ, Kromhout D. Cardiovascular risk factors and the 25-year incidence of diabetes mellitus in middle-aged men: the Zutphen Study. Am J Epidemiol 1989; 130: 1101-1108

Rimm EB, Stampfer MJ, Giovannucci E et al, Body size and fat distribution as predictors of coronary heart disease among middle-aged and older US men. Am J Epidemiol 1995; 12: 1117-1127

Seidell JC, Cigolini M, Charzewska J et al. Fat distribution in European men : a comparison of anthropometric measurements in relation to cardiovascular risk factors. Int J Obes 1992; 16: 17-22

Selby J, Newman B, Quesenberry C et al. Genetic and behavioral influences on body fat distribution. Int J Obes 1990; 14: 593-602

Sellers T, Drinkard C, Rich S et al. Familial aggregation and herritability of WHR in Adult women: the Iowa Women's Health study. Int J Obes 1994; 18: 607-613

Singh RB, Niaz MA, Beegom R et al. Body fat percent by bioelectrical impedence analysis and risk of coronary artery disease among urban men with low rates of obesity : the Indian paradox. J Am College Nutr 1999; 18: 268-273

The National Cholesterol Education Program. Report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents. Bethesda, Md: National institutes of health. NIH publication 1994

Wang J, Thornton JC, Russell M. Asians have lower BMI but higher percent body fat than do whites: comparisons of anthropometric measurements. Am J Clin Nutr 1994; 60: 23-28

WHO. Report of a WHO Consultationon obesity:Preventing and Managing the Global Epidemic, 1997

Willett WC, Manson JE, Stempfer MJ et al. Weight, weight change and coronary heart disease in women : risk within the "normal weight range". JAMA 1995; 273:461-465

ABSTRACT

A study on Paradox of Body Mass Index and Waist Hip Ratio

Kim, Sang Yon
Graduate School of
Health Science and Management
Yonsei University

(Directed by Professor Sun-Ha Jee, Ph D)

Some individuals have shown the paradox phenomenon that BMI, WHR are not correlated. The purpose of this study was to assess the combination associations of BMI, WHR and with obesity- related disease(Hypertension, Diabetes Mellitus, Hypercholesterolemia). This study is a cross-sectional study and its subjects are 37,425 Korean(20 years and over). Subjects are classified into 9 Groups by BMI, WHR; Paradox 1(lowest tertiles of BMI and highest tertiles WHR), Paradox 2(highest tertiles of BMI and lowest tertiles WHR).

1. Paradox 1 in the lowest tertiles of BMI and highest tertiles WHR was 3.1%, 2.8% range in men and women ,Paradox 2 in the highest tertiles of BMI and lowest tertiles WHR was 3.3%, 2.0% range in men and women respectively. Paradox 1 rapidly increased by age but Paradox 2 declined by age.

2. Prevalence ratio of Hypertension by the combination association of BMI and WHR was strongly associated with BMI(general obesity) in men and was associated with both BMI and WHR in women.

Prevalence ratio of Diabetes mellitus by the combination association of BMI and WHR was strongly associated with WHR(abdominal obesity) in men and associated with both BMI and WHR in women.

Prevalence ratio of hypercholesterolemia by the combination association of BMI and WHR was strongly associated with all of the measures of obesity in all groups.

3. When paradox was excluded, prevalence of obesity related disease was increased compared with all other groups. If paradox was included prevalence of obesity-related diseases would be underestimated.

In conclusion, BMI and WHR have to be considered in obesity related indices together. Especially, it is important to use the above parameters together when one identifies the prevalence of obesity related diseases in paradox 1 increasing pattern by age.

Appendix

Appendix 1. Partial Correlations between anthropometries in unadjusted adjusted group for age in men

	Weight	Height	Waist	Hip	BMI	WHR
			unadjusted group for age			
Weight	1.0	0.467**	0.810**	0.865**	0.865**	0.460**
Height		1.0	0.137**	0.347**	-0.037**	-0.120**
Waist			1.0	0.816**	0.839**	0.817**
Hip				1.0	0.783**	0.335**
BMI					1.0	0.588**
WHR						1.0
			adjusted group for age			
Weight	1.0	0.463**	0.840**	0.864**	0.873**	0.520**
Height		1.0	0.193**	0.346**	-0.023**	-0.035**
Waist			1.0	0.840**	0.844**	0.817**
Hip				1.0	0.788**	0.376**
BMI					1.0	0.607**
WHR						1.0

**All correlation coefficients are significant at $p<0.001$
Waist=Waist circumference
Hip=Hip circumference

Appendix 2. Partial Correlations between anthropometries in unadjusted adjusted group for age in women

	Weight	Height	Waist	Hip	BMI	WHR
			unadjusted group for age			
Weight	1.0	0.206**	0.612**	0.717**	0.733**	0.371**
Height		1.0	-0.179**	0.116**	-0.251**	-0.335**
Waist			1.0	0.761**	0.832**	0.888**
Hip				1.0	0.810**	0.382**
BMI					1.0	0.619**
WHR						1.0
			adjusted group for age			
Weight	1.0	0.307**	0.626**	0.707**	0.738**	0.339**
Height		1.0	0.052**	0.249**	-0.100**	-0.128**
Waist			1.0	0.767**	0.794**	0.838**
Hip				1.0	0.800**	0.298**
BMI					1.0	0.509**
WHR						1.0

**All correlation coefficients are significant at $p<0.001$
Waist=Waist circumference
Hip=Hip circumference

Appendix 3. Odds ratios for Hypertension† with reference to Group 1, adjusted for age in men and women

	Men		Women	
	Odds Ratio (95%Cl)	P-value	Odds ratio (95%Cl)	P-value
Age	1.04(1.04-1.05)	<0.001	1.09(1.08-1.09)	<0.001
Group 2	1.96(1.74-2.20)	<0.001	3.52(2.52-4.92)	<0.001
Group 3	3.83(3.46-4.25)	<0.001	8.93(6.51-12.24)	<0.001
Group 4	1.34(1.17-1.55)	<0.001	2.51(1.72-3.68)	<0.001
Group 5	2.38(2.10-2.68)	<0.001	4.55(3.22-6.43)	<0.001
Group 6	1.64(1.44-1.87)	<0.001	2.45(1.65-3.64)	<0.001
Group 7	2.86(2.54-3.22)	<0.001	6.36(4.53-8.93)	<0.001
Paradox 1	2.06(2.25-3.20)	<0.001	2.57(1.61-4.09)	<0.001
Paradox 2	2.68(1.72-2.46)	<0.001	3.56(2.05-6.20)	<0.001

†Hypertension: Systolic blood pressure of at least 140mmHg and/or diastolic blood pressure of at least 90mmHg.

Appendix 4. Odds ratios for Diabetes mellitus† with reference to Group 1, adjusted for age in men and women

	Men		Women	
	Odds Ratio (95%Cl)	P-value	Odds ratio (95%Cl)	P-value
Age	1.07(1.06-1.08)	<0.001	1.06(1.05- 1.08)	<0.001
Group 2	2.99(2.11-4.23)	<0.001	4.37(1.48-12.90)	.008
Group 3	5.11(3.75-6.98)	<0.001	15.57(5.63-43.09)	<0.001
Group 4	2.52(1.72-3.70)	<0.001	3.56(1.09-11.66)	.036
Group 5	4.46(3.20-6.22)	<0.001	13.24(4.67-37.50)	<0.001
Group 6	1.32(0.82-2.12)	.256	1.91(0.48- 7.66)	.361
Group 7	2.24(1.51-3.31)	<0.001	6.76(2.28-20.06)	<0.001
Paradox 1	4.66(3.14-6.93)	<0.001	6.43(1.88-22.04)	.003
Paradox 2	0.46(0.14-1.48)	.191	2.02(0.22-18.20)	.531

†Diabetes mellitus : fasting serum glucose value of at least 126mg/dl.

Appendix 5. Odds ratios for Hypercholesterolemia† with reference to Group 1, adjusted for age in men and women

	Men		Women	
	Odds Ratio (95%Cl)	P-value	Odds ratio (95%Cl)	P-value
Age	1.02(1.02-1.02)	<0.001	1.06(1.06-1.07)	<0.001
Group 2	2.76(2.33-3.27)	<0.001	1.99(1.49-2.67)	<0.001
Group 3	4.62(3.97-5.38)	<0.001	3.02(2.29-3.97)	<0.001
Group 4	2.18(1.79-2.66)	<0.001	1.38(0.97- 1.97)	.073
Group 5	3.64(3.06-4.33)	<0.001	2.16(1.58- 2.96)	<0.001
Group 6	2.10(1.73-2.54)	<0.001	1.38(0.96- 1.98)	.084
Group 7	3.73(3.15-4.42)	<0.001	2.48(1.82- 3.38)	<0.001
Paradox 1	3.15(2.47-4.00)	<0.001	1.61(1.02-2.53)	.040
Paradox 2	3.31(2.60-4.21)	<0.001	1.45(0.79-2.67)	.235

†Hypercholesterolemia : Total cholesterol level of at least 240mg/dl.

Appendix 6. Prevalence of group 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Paradox 1, 2 by age in men

Age(yr)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Paradox 1	Paradox 2
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
20-29(n=420)	180(42.86)	33(7.86)	30(7.14)	17(4.05)	10(2.38)	75(17.86)	44(10.48)	2(0.48)	29(6.90)
30-39(n=13747)	3757(27.33)	1819(13.23)	2003(14.57)	1016(7.39)	826(6.01)	1727(12.56)	1753(12.75)	228(1.66)	618(4.50)
40-49(n=9069)	1475(16.26)	1402(15.46)	2003(22.09)	837(9.23)	1060(11.69)	747(8.24)	986(10.87)	314(3.46)	245(2.70)
50-59(n=2738)	347(12.67)	353(12.89)	771(28.16)	252(9.20)	516(18.85)	122(4.46)	180(6.57)	176(6.43)	21(0.77)
60-(n=1300)	136(10.46)	98(7.54)	384(29.54)	136(10.46)	308(23.69)	30(2.31)	50(3.85)	152(11.69)	6(0.46)

Appendix 7. Prevalence of group 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Paradox 1, 2 by age in women

Age(yr)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Paradox 1	Paradox 2
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
20-29(n=607)	321(52.88)	56(9.23)	15(2.47)	62(10.21)	13(2.14)	76(12.52)	35(5.77)	18(2.97)	11(1.81)
30-39(n=3688)	1268(34.38)	542(14.70)	253(6.86)	466(12.64)	123(3.34)	543(14.72)	313(5.49)	79(2.14)	101(2.74)
40-49(n=2828)	474(16.76)	540(19.09)	505(17.86)	258(9.12)	221(7.81)	338(11.95)	350(12.38)	61(2.16)	81(2.86)
50-59(n=1979)	84(4.24)	280(14.15)	875(44.21)	113(5.71)	316(15.97)	44(2.22)	185(9.35)	68(3.44)	14(0.71)
60-(n=1049)	14(1.33)	88(8.39)	573(54.62)	53(5.05)	206(19.64)	9(0.86)	45(4.29)	56(5.34)	5(0.48)