

한국중년층에서 체질량지수, 허리-엉덩이둘레비, 및 허리둘레의 심장혈관질환 위험인자 타당도 비교

문현경[†] · 김유진
단국대학교 식품영양학과

Comparing validity of using Body Mass Index, Waist to Hip Ratio, and Waist Circumference to Cardiovascular Risk Factors of Middle Aged Koreans

Hyun-Kyung Moon[†] · Eu-Gene Kim

Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

ABSTRACT

This study was conducted to compare the validity of obese index among body mass index(BMI), waist to hip ratio(WHR), and waist circumference(WC) and to determine which is the best in relation to cardiovascular risk factors of middle aged Korean(40-64yr). Data from the 1998 Korean Health and Nutrition Survey were used(N=3380). Anthropometric indices and cardiovascular risk factors were measured. Chi-square test, analysis of variance following duncan's multiple range test, partial correlation analysis, and Receiver Operator characteristic(ROC) curves were used in the analysis.

There was a significant increasing trend in WHR, systolic blood pressure(SBP), high density lipoprotein cholesterol(HDL), and fasting blood sugar(FBS) with age categories of male and in BMI, WC, WHR, diastolic blood pressure(DBP), SBP, total cholesterol(TC), low density lipoprotein cholesterol(LDL), triglycerol(TG), and FBS with those of female. Specially female had the characteristics of upper body fat and systolic blood pressure risk($p<0.05$). Proportions of subjects with lifestyle factors related to cardiovascular risk in overweight or upper body fat group were higher than that of normal group. Higher proportions of subjects were practiced exercise in upper body fat group of male than in other groups. Among 7 cardiovascular risk factors in partial correlation analysis, BMI had the highest correlation coefficient in 6 risk factors in male, whereas WC in 4 risk factors in female. Mean of each obese index according to cardiovascular risk groups except smoker was higher than that of normal($p<0.05$). These trends were shown in upper body fat group and female. In ROC analysis of 12 risk factors and health conditions, the largest area under curve among obese indices for risk factors were BMI in male and WHR in female. The optimal cutoff values of each index(BMI: WHR: WC) for one or more cardiovascular risk factors were 23.13: 0.89: 85.35 in male and 23.57: 0.84: 78.35 in female.

The results showed that cardiovascular risk factors were prevalent in middle aged Koreans within normal limits of obese indices like another Asians. For the identification of cardiovascular risk factors of middle aged Koreans, BMI for men and WHR for women are appropriate indices. But it is recommended that BMI, WHR, and WC, all three indices should be considered, when using these indices.

Key Words : Body mass index, Waist-hip ratio, Waist circumference, Cardiovascular risk factor

The present research was partially conducted by the fund of Dankook University in 2004.

접수일 : 2005년 6월 30일, 채택일 : 2005년 7월 18일

†Corresponding author : Hyun-Kyung Moon, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, 147 hannam ro, Hannam-dong, Yongsan-gu, Seoul 140-741, Korea

Tel : 02)709-2190, Fax : 02)792-7960, E-mail : moonhk52@dankook.ac.kr

서 론

한국을 비롯한 서태평양지역은 사회경제적 성장으로 인하여 식습관의 서구화, 상대적인 운동량 감소 등 생활환경의 변화로 인하여 비만인구가 증가하고 있다. 그러나 아직까진 서구유럽에 비해서 비만유병율이 높지 않으나 대사성질환과 심혈관질환의 위험요인의 유병율이 증가하는 추세이다. 즉 현재 비만지표로 많이 사용되는 BMI(Body Mass Index)기준에 의하여 비만군으로 분류되지 않아도 아시아인들이 심혈관질환의 위험인자의 유병율이 높아짐이 여러 연구에서 증명되었다(1-4). 한국 대도시지역에 거주하는 환자들을 대상으로 조사한 결과 연령과 BMI를 보정하였을 때 20대 연령층에 비하여 40대에 접어들면 대사성질환의 유병률의 odds ratio(OR)가 4.8배로 급증하였다 (4). 특히 심혈관질환이 발병하는 주요 위험계층이 40-64세 중년층인데, 이는 나이가 들면서 지방액제호르몬의 분비가 감소되어 남녀모두 내장지방축적이 일어나며 여자인 경우 갱년기를 맞이하면서부터 지방축적이 복부주위부터 증가하여 심혈관질환의 위험도 증가하기 때문이다(5-7).

심혈관질환 위험을 판정하기 위하여 내장 지방 상태 즉 복부 비만상태를 파악하려면 직접적인 측정방법이 정확하나 시간과 경비가 많이 듈다. 그러므로 간접적으로 체지방상태를 측정하는 방법인 BMI, WHR(Waist to Hip Ratio), 및 WC(Waist Circumferences)를 비만지표로 주로 사용하고 있는데(2,7,8), 이와 같은 비만지표에 관한 연구는 주로 서구인들을 대상으로 한 것으로서 비만판정기준을 아시아인들에게 그대로 사용하면 부적절하다(1,4-6,8,9). 인도 저소득층을 대상으로 한 연구에서 정상이나 복부비만자이면 심혈관질환 위험요인을 한 개이상 가질 위험이 커지며 낮은 WC에서 심혈관질환이 증가한다고 보고되었다(1). 그러므로 한국중년연령층의 특성에 맞게 심혈관질환 위험을 반영하는 비만지표의 임계치를 찾는 것이 중요하다.

따라서 본 연구는 한국중년층(40-64세)에서 심혈관질환의 위험을 가장 잘 반영하는 비만지표의 타당성을 인구 집단 수준에서 평가하고자 하였다. 1998년 국민건강영양조사에 참여한 중년집단을 대상으로 성별에 따라서 심혈관 질환 위험요인(7개; hypercholesterolemia, low high density lipoprotein cholesterol(HDL), high low density lipoprotein cholesterol(LDL), hy-

pertriglycerolemia, hypertension, diabetes, and smoking)들과 BMI, WHR, 및 WC의 관련성을 분석하고 Receiver Operator characteristic curves(ROC) 아래 면적을 비교하여 심혈관질환요인별 특이도, 민감도, 및 임계점을 제시하고자 하였다.

연구방법

1. 분석자료

1998년도 국민건강영양조사자료중 (10) 중년(40-64세)에 해당하는 조사집단중에서 가구방문 면접조사와 질병이환검사, 건강검진검사가 완료된 3380명(남 ; 1555명, 여 ; 1825명)을 대상으로 하였다. 조사내용 중에서 건강면접조사는 이환실태, 의료이용 및 활동제한이 조사되었고 보건의식행태조사는 면접조사와 자기 기록조사를 병행하여 건강관련 위험요인의 실태가 조사된 것이다. 건강검진조사는 현지조사지역에서 검진을 통한 체혈, 신체계측 및 혈압이 측정된 것이다. 따라서 위 자료중에서 일부분을 발췌하였다.

2. 분석변수

중년층들을 비만위험군으로 분류하기 위하여 세 종류의 신체측정치에 의한 지표를 사용하였다. 첫째, 체질량지수인 BMI(body mass index=체중(kg)/신장(m^2))를 기준으로 WHO 기준에 따라 $BMI > 25$ 일 때 즉 과체중 이상일 때 비만위험군으로 하였다(15). 둘째, 복부비만(upper body fat)위험군을 WHR(waist to hip ratio=허리둘레(cm)/엉덩이둘레(cm))을 기준으로 분류할 경우 남자는 $WHR > 1.0$ 이고 여자는 $WHR > 0.9$ 일 때 복부비만군으로 하였다(15). 또한 허리둘레(WC=waist circumference(cm))에 의한 복부비만군은 WHO 아시아태평양기준(4)에 따라서 남자는 $WC \geq 90cm$, 여자는 $WC \geq 80cm$ 일 때 복부비만으로 하였다. 단, 국민건강영양조사(10)에서 측정된 허리둘레는 피검자가 서있는 상태에서 가장 좁은 부위로서 비만여부 구분하기 어려운 경우 늑골과 장골농선(illic crest)사이에서 가장 작은 둘레를 0.1cm까지 측정된 것이며, 엉덩이둘레는 피검자가 서있는 상태에서 엉덩이의 뒤쪽에서 가장 넓은 부위를 0.1cm까지 측정되었다. 그

리고 체중은 0.01kg까지이며 신장은 0.1cm까지 측정되었다.

심혈관계질환에 위험한 생활습관요인은 현재 음주, 흡연, 운동, 스트레스가 있는지(각각 예, 아니오), 영양소 섭취부족여부(5개 영양소, 즉 에너지, 칼슘, 철분, 비타민A, 및 리보플라빈 모두의 영양소권장량대비 섭취비율이 75% 미만인 군을 부족군으로 함), 및 에너지/지방과잉여부(에너지의 영양권장량대비 섭취비율이 125% 이상이고 지방에 의한 에너지섭취비율이 30% 이상인 군을 과잉군으로 함)를 조사한 항목을 선택하였다.

심혈관계질환의 위험요인을 결정하기 위해서 생화학지표의 기준값은 다음과 같다. 수축기혈압(SBP)과 확장기혈압(DBP)은 각각 $SBP \geq 140\text{mmHg}$ 과 $DBP \geq 90\text{mmHg}$, 고콜레스테롤증(hypercholesterolemia)은 총콜레스테롤(total-cholesterol : TC) $\geq 240\text{mg/dl}$, HDL-콜레스테롤이상은 $HDL \leq 40\text{mg/dl}$, 중성지방이상은 $TG \geq 200\text{mg/dl}$, LDL-콜레스테롤을 이상은 $LDL (=TC-HDL-(TG/5)) \geq 160\text{mg/dl}$, 당뇨는 공복시혈당(FBS) $\geq 126\text{mg/dl}$, 고혈압군은 $SBP \geq 140\text{mmHg}$ 또는 $DBP \geq 90\text{mmHg}$, 그리고 심혈관계질환집단(CVD)의 질환이환 여부는 ICD기호(ICD 390-459)에 따라서 정하였다(15). 또한 총체적으로 살펴보기 위하여 위 심혈관계위험요인중에서 7개요인(고콜레스테롤증, HDL 이상, LDL 이상, 고중성지방증, 고혈압, 당뇨, 및 현재흡연요인)중 1개 이상 또는 3개 이상 가진 여부에 따라서 각각 두 집단으로 분류하였다.

3. 분석방법

SAS 프로그램을 이용하여 유의수준($\alpha < 0.05$)하에서 남녀별로 신체계측 및 생화학적지표의 연령별 차이는 One-way ANOVA 과 Duncan's multiple range test, 생활습관변수들과 비만지표들간의 관련성은 Chi-square test, 비만지표들과 심혈관계위험요인의 관련성은 Pearson's correlation, 그리고 심혈관계위험집단별 각 비만지표의 차이는 t-test로 분석하였다. 심혈관계질환의 위험을 반영하는 최적의 비만지표를 찾기 위하여 각 심혈관계위험요인별 비만지표간의 면적과 임계점(cut-off value)은 Receiver Operating Characteristic(ROC) curve analysis를 하였다. 면적값은 0과 1사이 값을 가지며 0.5에 가까울수록 예측력이 없고 1

이면 완벽하게 예측한다고 결정한다. 임계점은 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)의 합이 가장 큰 값(8)으로 하였다.

연구결과 및 고찰

1. 조사대상자의 일반적 특성

한국중년층(40-64세) 3380명의 성별 연령별 신체계측 및 생화학적 측정치의 분포는 표 1과 같다. 중년남자의 경우 평균체중은 65.7kg, 평균신장은 167.2cm로서 각각 연령이 증가할수록 감소되었다($p < 0.01$). 허리둘레의 평균은 84.7cm로서 60-64세 연령군이 다른 연령군보다 작았으며($p < 0.01$) 엉덩이둘레의 평균은 93.6cm로서 연령이 증가할수록 감소되었다($p < 0.01$). 평균BMI는 23.5로서 연령이 증가할수록 감소되나 BMI기준에 의하면 정상이었다($p < 0.01$). WHR의 평균은 0.9로서 60-64세군이 40-49세군보다 WHR값이 크다($p < 0.05$). 확장기혈압은 평균 83.3mmHg로서 연령별 차이가 없고 수축기혈압은 130.2mmHg로서 연령이 증가할수록 높았다($p < 0.01$). 총콜레스테롤치의 평균은 193.4mg/dl로서 연령증가에 따라서 감소되었고($p < 0.05$) HDL평균은 48.4mg/dl로서 60-64세군이 다른 군보다 높았으며($p < 0.05$), LDL평균은 115.7mg/dl로서 60-64세군이 낮았고($p < 0.05$) 중성지방은 146.3mg/dl로서 60-64세군이 40-49세보다 낮았다($p < 0.01$). 공복시혈당은 106.1mg/dl로서 40-49세군이 다른 군보다 낮았다($p < 0.01$).

중년여자의 경우 평균체중은 57.9kg, 평균신장은 154.9cm로서 나이가 들수록 감소되었다($p < 0.01$). 허리둘레는 81.4cm로서 연령이 증가할수록 증가되었고($p < 0.01$) 엉덩이둘레는 94.2cm로서 연령에 따른 차이가 없었다. 이에 따라서 BMI평균은 24.1로서 50-59세군이 40-49세군보다 BMI값이 높아지나 정상범위에 속하였고($p < 0.01$) WHR평균은 0.88로서 연령이 증가할수록 증가되었으며 60-64세군은 복부비만군에 속하였다($p < 0.05$). 확장기혈압평균은 79.8mmHg로서 40-49세군이 다른 군보다 낮았으며($p < 0.01$) 수축기혈압은 127.8mmHg로서 나이 들수록 높으나($p < 0.01$) 수축·확장기혈압 평균은 모두 정상범위에 속하였다. 총콜레스테롤치는 197.7mg/dl로서 연령이 증가함에 따라서

Table 1. Biological measures by sex and age

Variables	Male				Female			
	40-49yr (n=775)	50-59yr (n=575)	60-64yr (n=269)	Total (n=1619)	40-49yr (n=855)	50-59yr (n=685)	60-64yr (n=325)	Total (n=1865)
Weight(kg)	67.9(9.0) ^a	64.9(8.9) ^b	61.6(9.3) ^c	65.7(9.3)**	58.1(7.9) ^a	58.4(8.5) ^a	56.5(9.0) ^b	57.9(8.4)**
Height(cm)	168.5(5.6) ^a	166.6(5.8) ^b	165.0(5.8) ^c	167.2(5.9)**	156.1(5.5) ^a	154.3(5.3) ^b	152.7(5.2) ^c	154.9(5.5)**
BMI(kg/cm ²)	23.9(2.8) ^a	23.3(2.8) ^b	22.6(2.9) ^c	23.5(2.9)**	23.8(3.0) ^b	24.5(3.2) ^{ab}	24.2(3.4) ^a	24.1(3.2)**
WC(cm)	85.3(8.5) ^a	84.7(8.0) ^a	83.3(8.4) ^b	84.7(8.3)**	79.1(8.1) ^c	83.0(8.7) ^b	84.2(9.6) ^a	81.4(8.9)**
HC(cm)	94.6(5.8) ^a	93.3(6.3) ^b	91.3(6.1) ^c	93.6(6.2)**	94.2(6.3)	94.5(7.6)	93.8(7.3)	94.2(7.0)ns
WHR(cm/cm)	0.90(0.1) ^b	0.91(0.1) ^{ab}	0.91(0.1) ^a	0.9(0.1)*	0.84(0.1) ^c	0.88(0.1) ^b	0.90(0.1) ^a	0.9(0.1)**
DBP(mmHg)	83.6(12.8)	83.3(12.3)	82.2(12.2)	83.3(12.5)ns	77.6(11.3) ^b	81.5(11.4) ^a	82.4(11.1) ^a	79.8(11.5)**
SBP(mmHg)	127.4(17.1) ^c	131.8(20.9) ^b	135.1(22.4) ^a	130.2(19.6)**	121.5(17.9) ^c	131.4(20.4) ^b	136.7(22.2) ^a	127.8(20.6)**
TC(mg/dl)	194.7(36.4) ^a	194.0(37.6) ^a	188.4(35.7) ^b	193.4(36.8)*	186.6(33.3) ^c	205.5(37.0) ^b	210.6(38.6) ^a	197.7(37.1)**
HDL(mg/dl)	47.4(12.4) ^b	48.6(12.4) ^b	50.6(13.8) ^a	48.4(12.7)**	50.9(12.1) ^a	50.6(12.5) ^a	48.3(13.0) ^b	50.3(12.4)**
LDL(mg/dl)	116.9(34.3) ^a	116.5(35.2) ^a	110.8(34.1) ^b	115.7(34.6)*	113.6(29.8) ^c	129.0(33.8) ^b	133.2(36.2) ^a	122.7(33.6)**
TG(mg/dl)	151.8(72.6) ^a	144.1(63.7) ^{ab}	135.3(63.8) ^b	146.3(68.3)**	110.1(53.2) ^c	129.6(57.4) ^b	145.6(63.4) ^a	123.5(58.2)**
FBS(mg/dl)	102.6(29.6) ^b	109.5(37.8) ^a	108.6(38.2) ^a	106.1(34.3)**	98.7(28.8) ^c	106.0(36.3) ^b	116.3(53.9) ^a	104.5(37.5)**

1) mean(std.), *p<0.05, **p<0.01;One-way ANOVA and Duncan's multiple range test., ns;non-significant.

2) Different superscripts(a,b,c) indicate significant differences by age group in each sex.

3) WC/HC=Waist/Hip circumference, BMI=Body mass index, WHR=Waist to hip ratio, DBP=Diastolic blood pressure, SBP=Systolic blood pressure, TC=Total cholesterol, HDL/LDL=high/low density lipoprotein cholesterol, TG=Triglyceride, FBS= Fasting blood glucose

높으며($p<0.01$) HDL은 50.3mg/dl로서 연령이 증가함에 따라서 낮았고($p<0.01$) LDL은 122.7mg/dl로서 나이가 들수록 높았다($p<0.01$). 중성지방평균은 135.3 mg/dl이고 공복시혈당의 평균은 109mg/dl로서 각각 연령이 증가함에 따라서 높았다($p<0.01$).

따라서 성별로 신체 및 생화학적측정치의 평균을 비교해보면 중년남자의 경우 연령이 증가할수록 WHR, SBP, HDL 및 FBS는 증가하였으나 모든 측정치들이 정상범위에 속하였다. 중년여자의 경우 연령이 증가할수록 BMI, WC, WHR, DBP, SBP, TC, LDL, TG 및 FBS는 증가하였는데, WHO기준에 의하면 WC와 WHR에 의한 복부비만의 특징이 나타나며 임상진단 기준에 의해서도 대략적으로 수축기혈압 위험군으로 분류되어서, 다른 연구와 마찬가지로(1,8,11) 중년남자보다 복부비만과 심혈관계위험이 더 높음을 알 수 있다.

2. 비만지표와 심혈관계질환 위험요인의 관련성

1) 비만지표와 생활습관의 관련성

중년집단을 성별로 통제한 후 심혈관계질환과 관련

된 생활습관요인인 현재흡연여부, 음주여부, 운동여부, 스트레스여부, 에너지와 지방 과잉섭취여부, 및 주요 영양소섭취부족여부 등과 각 비만지표의 관련성을 분석하였다(표 2). 중년남자의 경우 BMI기준에 의한 비만군(BMI≥25)은 55.8%가 현재흡연을 하는 반면에 정상군(BMI<25)은 67.5%로 흡연자비율이 더 높으며($p<0.05$) 비만군의 30.4%가 운동을 하는 반면에 정상군은 34.8%가 운동을 더하지만($p<0.01$) 일부영양소의 경우 비만군일수록 정상군보다 섭취부족이 없었다($p<0.05$). WC의 기준에 의한 복부비만(WC≥90)인 경우 다른 요인들을 제외한 운동여부만 관련이 있어서 정상군일수록 더 운동을 하는 비율이 높았다($p<0.01$). 그리고 WHR의 기준에 따른 복부비만(남 ; WHR>1.0)은 모든 생활습관 및 영양소섭취요인들과 관련이 없었다($p>0.05$).

중년여자인 경우 WHR기준에 의한 복부비만군(여 ; WHR>0.9)은 생활습관요인중에서 운동여부만 관련이 있어서 복부비만군은 12.4%가 운동을 하는 반면에 정상군은 17.4%가 운동을 하였다($p<0.01$). 그밖에 BMI와 WC의 기준에 의한 비만군과 생활습관요인들과는 관련이 없었다($p>0.05$).

Table 2. Distributions of behavioral habits according to the obese indices group by sex

Habits	BMI			WHR			WC		
	normal	overweight	total	normal	upper	total	normal	upper	total
Male									
Current smoker	no	360(32.5)**	198(44.2)	558(35.9)	588(39.2)	20(35.7)	558(35.9)	394(34.6)	164(39.5)
	yes	747(67.5)	250(55.8)	997(64.1)	961(64.1)	36(64.3)	997(64.1)	746(65.4)	251(60.5)
Current drinker	no	374(33.8)	144(32.1)	518(33.3)	497(33.2)	21(37.5)	518(33.3)	390(34.2)	128(30.8)
	yes	733(66.2)	304(67.9)	1037(66.7)	1002(66.8)	35(62.5)	1037(66.7)	750(65.8)	287(69.2)
Physical activity	no	877(65.2)**	312(69.6)	1189(76.5)	1150(76.7)	39(69.6)	1189(76.5)	896(78.6)**	293(70.6)
	yes	230(34.8)	136(30.4)	366(23.5)	349(23.3)	17(30.4)	366(23.5)	244(21.4)	122(29.4)
Stress	no	722(65.2)	286(63.8)	1008(64.8)	976(65.1)	32(57.1)	1008(64.8)	744(65.3)	264(63.6)
	yes	385(34.8)	162(36.2)	547(35.2)	523(34.9)	24(42.9)	547(35.2)	396(34.7)	151(36.4)
Total		1107(100.0)	448(100.0)	1555(100.0)	1499(100.0)	56(100.0)	1555(100.0)	1140(100.0)	415(100.0)
Energy/fat over-eating	no	912(98.5)	361(97.3)	1273(98.1)	1229(98.2)	44(95.7)	1273(98.1)	944(98.3)	329(97.6)
	yes	14(1.5)	10(2.7)	24(1.9)	22(1.8)	2(4.3)	24(1.9)	16(1.7)	8(2.4)
Lack of some nutrient intake	no	782(84.4)*	330(88.9)	1112(85.7)	1073(85.8)	39(84.8)	1112(85.7)	813(84.7)	299(88.7)
	yes	144(15.6)	41(11.1)	185(14.3)	178(14.2)	7(15.2)	185(14.3)	147(15.3)	38(11.3)
Total		926(100.0)	371(100.0)	1297(100.0)	1251(100.0)	46(100.0)	1297(100.0)	960(100.0)	337(100.0)
Female									
Current smoker	no	1087(94.0)	629(94.0)	1716(94.0)	1218(94.0)	498(94.0)	1716(94.0)	761(93.5)	955(94.5)
	yes	69(6.0)	40(6.0)	109(6.0)	77(6.0)	32(6.0)	109(6.0)	53(6.5)	56(5.5)
Current drinker	no	899(77.8)	518(77.4)	1417(77.6)	994(76.8)	423(79.8)	1417(77.6)	624(76.7)	793(78.4)
	yes	257(22.2)	151(22.6)	408(22.4)	301(23.2)	107(20.2)	408(22.4)	190(23.3)	218(21.6)
Physical activity	no	968(83.7)	566(84.6)	1534(84.0)	1070(82.6)**	464(87.6)	1534(84.0)	674(82.8)	860(85.1)
	yes	188(16.3)	103(15.4)	291(16.0)	225(17.4)	66(12.4)	291(16.0)	140(17.2)	151(14.9)
Stress	no	676(58.5)	405(60.5)	1081(59.2)	781(60.3)	300(56.6)	1081(59.2)	488(60.0)	593(58.7)
	yes	480(41.5)	264(39.5)	744(40.8)	514(39.7)	230(43.4)	744(40.8)	326(40.0)	418(41.3)
Total		1156(100.0)	669(100.0)	1825(100.0)	1295(100.0)	530(100.0)	1825(100.0)	814(100.0)	1011(100.0)
Energy/fat over-eating	no	942(97.7)	565(98.6)	1507(98.0)	1058(97.6)	449(99.1)	1507(98.0)	670(97.7)	837(98.4)
	yes	22(2.3)	8(1.4)	30(2.0)	26(2.4)	4(0.9)	30(2.0)	16(2.3)	14(1.6)
Lack of some nutrient intake	no	711(73.8)	427(74.5)	1138(74.0)	809(74.6)	329(72.6)	1138(74.0)	515(75.1)	623(73.2)
	yes	253(26.2)	146(25.5)	399(26.0)	275(25.4)	124(27.4)	399(26.0)	171(24.9)	228(26.8)
Total		964(100.0)	573(100.0)	1537(100.0)	1084(100.0)	453(100.0)	1537(100.0)	686(100.0)	851(100.0)

1) n(%). Chi-square test: * $p<0.05$, ** $p<0.01$ 2) BMI(body mass index; overweight=BMI ≥ 25 , normal=other), WHR(waist to hip ratio; upper body fat=male ≥ 1.0 and female ≥ 0.9 , normal=other) WC(waist circumference; upper body fat=male >90 cm, female ≥ 80 cm)

연령증가에 더불어 비만의 유병율이 더 높은 이유로서 운동량이 감소된 생활이 주된 역할을 한 것으로 보고 있다(3,12,13). 따라서 본 연구에서 복부비만군인 중년남자가 운동을 하는 비율이 더 높은 것으로 미루어 복부비만을 건강의 적신호로 인식하는 것 같다.

2) 비만지표와 생화학적측정치의 관련성

성별 비만지표는 지금까지 다른 연구에서 상관 관계가 잘 알려진 연령 및 현재흡연여부 효과를 통제한 후

(16) 성별 비만지표들과 생화학적 측정치들의 편상관 분석을 하였다(표 3). 중년남자의 경우 각 비만지표와 심혈관계 위험요인의 상관성을 비교했을 때 BMI의 상관계수가 총 7개 요인중 6개 요인(수축기혈압, 확장기혈압, 총콜레스테롤, HDL, LDL, 및 중성지방)에서 상관계수가 0.2 이상이었다. 반면에 WHR은 유의적인 상관 관계이나 상관계수가 BMI보다 낮았으며, WC에서는 4개가 0.2 이상이었다. 중년여자의 경우 WC가 7개중 4개 요인(총수축기혈압, 확장기혈압, HDL, 및 중

Table 3. Age and smoking adjusted partial correlation coefficients between cardiovascular risk factors and obesity indices

Factors	Male			Female		
	BMI	WHR	WC	BMI	WHR	WC
DBP(mmHg)	0.2665**	0.1218**	0.2339**	0.2080**	0.1316**	0.2115**
SBP(mmHg)	0.2069**	0.1402**	0.1878**	0.2147**	0.1719**	0.2479**
TC(mg/dl)	0.2263**	0.1293**	0.1920**	0.1283**	0.1670**	0.1548**
HDL(mg/dl)	-0.2526**	-0.1296**	-0.2301**	-0.1768**	-0.1806**	-0.2049**
LDL(mg/dl)	0.2438**	0.1065**	0.2008**	0.1422**	0.1599**	0.1568**
TG(mg/dl)	0.2212**	0.1952**	0.2174**	0.1900**	0.2653**	0.2621**
FBS(mg/dl)	0.0945**	0.1264**	0.1085**	0.0503*	0.1566**	0.1337**

1) Pearson's correlation analysis; *(p<0.05), **(p<0.01)

2) BMI=Body mass index, WHR=Waist to hip ratio, WC=waist circumference, DBP=Diastolic blood pressure, SBP=Systolic blood pressure, TC=Total cholesterol, HDL/LDL=high/low density lipoprotein cholesterol, TG=Triglyceride, FBS=Fasting glucose

성지방)의 상관계수가 0.2보다 크고 WHR은 1개(중성지방)이며, BMI는 혈압만 상관을 보였다. 이 상관계로부터 중년남자는 BMI가, 중년여자는 WC가 심혈관계위험요인과 관련하여 좋은 지표임을 알 수 있다. 다른 연구에서도 이와 비슷한 경향을 보였다(6,8, 9,12,14).

3) 성별 심혈관계질환의 위험군별 각 비만지표 비교

심혈관계위험요인들을 생화학적기준(고콜레스테롤증, HDL이상, LDL이상, 중성지방이상, 고혈압, 당뇨병, 및 현재 흡연군)에 따라서 위험군과 정상군으로

분류하여 각 비만지표들의 평균값을 비교하였다(표 4). 중년남자의 경우 BMI는 심혈관계위험군 7개중에서 6개가 통계적으로 유의하여 고콜레스테롤증, HDL이상, LDL이상, 중성지방이상, 및 고혈압위험군의 BMI의 평균이 높았고(p<0.01) 현재흡연자는 낮았다(p<0.01). WHR은 5개가 통계적으로 유의하며 고콜레스테롤증, HDL이상, LDL이상, 중성지방이상, 및 고혈압위험군에서 WHR이 높았다(p<0.05). WC도 5개 위험군에서 WC의 평균값이 높았다(p<0.01). 중년여자인 경우 BMI는 7개 심혈관계위험군에서 차이가 있었는데 현재흡연자에서 BMI의 평균이 낮고(p<0.01) 다른 6개

Table 4. Obese indices according to whether or not having each cardiovascular risk factor in each sex

Risk factors	Male			Female		
	BMI	WHR	WC	BMI	WHR	WC
Hypercholesterolemia	no	23.3**	0.90**	84.3**	24.0**	0.86**
	yes	24.8	0.92	88.1	25.0	0.89
Low HDL	no	23.2**	0.90**	83.9**	24.0**	0.86**
	yes	24.4	0.91	87.0	24.7	0.88
High LDL	no	23.3**	0.90**	84.4**	24.0**	0.86**
	yes	24.8	0.92	88.1	25.0	0.90
Hypertriglyceride	no	23.3**	0.90**	84.2**	24.1**	0.86**
	yes	24.3	0.92	86.9	24.9	0.90
Hypertension	no	22.4**	0.89**	81.7**	23.3**	0.84**
	yes	23.8	0.91	85.7	24.6	0.88
Diabetes	no	23.4	0.90	84.3**	24.1*	0.86**
	yes	24.1	0.92	87.3	24.8	0.91
Current smoker	no	24.1**	0.91	85.8	24.2**	0.86
	yes	23.1	0.90	84.1	23.6	0.88

1) mean, 2) t-test; *(p<0.05), **(p<0.01)

위험군에선 높았다($p<0.05$). WHR은 3개 위험군 즉 고콜레스테롤증($p<0.01$), 중성지방이상($p<0.05$), 및 당뇨위험군($p<0.01$)에서 높았다. WC는 5개 위험군 즉 고콜레스테롤증($p<0.01$), HDL이상($p<0.05$), 중성지방이상($p<0.05$), 고혈압($p<0.01$), 및 당뇨($p<0.01$)에서 평균 허리둘레가 높았다.

다른 연구(1,6,12)와 같이 남녀모두 BMI와 흡연과의 관계를 제외한 나머지 심혈관계위험군에서 각 비만지표들의 평균이 정상군보다 높았다. 또한 각 비만지표의 평균값을 WHO기준에 의해서 살펴보면, 중년남자의 경우 고콜레스테롤증과 LDL이상군에서만 BMI에 의한 비만에 가까우며, 중년여자는 흡연군을 제외한 나머지 심혈관계위험군에서 BMI에 의한 비만군으로 분류될 뿐만 아니라 WHR기준에 의하면 LDL이상

군, 중성지방이상군, 당뇨위험군이 복부비만군으로 분류되며 WC의 경우 모든 위험군에서 복부비만군으로 분류되었다. 따라서 심혈관계위험요인을 가질 경우 전체비만보다는 복부비만이, 특히 중년남자보다 중년여자에서 복부비만의 특징이 나타남을 알 수 있다.

4) 심혈관계위험요인별 비만지표들의 타당도 비교

심혈관계위험요인에 대한 비만지표들의 예측정도를 비교하기 위하여 심혈관계위험요인 9개와 CVD이환여부, 위의 9개 위험요인 중 위험요인을 한 개 이상 가진 경우, 및 3개 이상 가진 경우 등 12가지의 경우를 ROC 곡선아래면적으로 분석하였다(표 5). 중년남자의 경우 각 비만지표의 곡선아래면적이 통계적으로 유의한 것은 BMI와 WC가 12개 모두이고 WHR은 11개

Table 5. Area(95% confidence interval) under the ROC curve for the obesity indices by sex

Factors	BMI	WHR	WC
Male			
DBP	0.638(0.607-0.669)**	0.587(0.556-0.619)**	0.639(0.608-0.670)**
SBP	0.578(0.545-0.610)**	0.597(0.565-0.629)**	0.592(0.560-0.625)**
TC	0.655(0.611-0.699)**	0.613(0.570-0.655)**	0.643(0.602-0.685)**
HDL	0.635(0.604-0.666)**	0.562(0.530-0.594)**	0.620(0.589-0.651)**
LDL	0.652(0.608-0.696)**	0.597(0.553-0.642)**	0.638(0.596-0.680)**
TG	0.609(0.573-0.645)**	0.607(0.572-0.641)**	0.607(0.572-0.641)**
Diabetes	0.574(0.533-0.615)**	0.611(0.572-0.649)**	0.608(0.568-0.648)**
Smoking	0.401(0.372-0.430)**	0.487(0.457-0.517)	0.431(0.402-0.461)**
Hypertension	0.646(0.615-0.676)**	0.605(0.573-0.637)**	0.640(0.610-0.670)**
CVD	0.520(0.477-0.563)**	0.571(0.530-0.612)**	0.548(0.504-0.591)**
One more risk factors	0.636(0.571-0.701)**	0.652(0.584-0.721)**	0.677(0.613-0.741)**
Three more risk factors	0.635(0.606-0.665)**	0.589(0.592-0.650)**	0.606(0.615-0.672)**
Female			
DBP	0.600(0.566-0.633)**	0.589(0.556-0.622)**	0.609(0.577-0.642)**
SBP	0.592(0.561-0.623)**	0.641(0.612-0.669)**	0.640(0.611-0.670)**
TC	0.599(0.562-0.636)**	0.641(0.606-0.676)**	0.627(0.592-0.663)**
HDL-chol	0.567(0.536-0.599)**	0.591(0.559-0.623)**	0.584(0.553-0.616)**
LDL-chol	0.606(0.569-0.643)**	0.653(0.618-0.687)**	0.642(0.608-0.677)**
TG	0.583(0.539-0.628)**	0.668(0.627-0.710)**	0.640(0.598-0.681)**
Diabetes	0.576(0.534-0.619)**	0.697(0.659-0.735)**	0.669(0.630-0.708)**
Smoking	0.450(0.390-0.509)	0.535(0.480-0.591)	0.503(0.443-0.562)
Hypertension	0.629(0.603-0.655)**	0.652(0.626-0.678)**	0.667(0.641-0.692)**
CVD	0.514(0.484-0.545)	0.568(0.537-0.600)**	0.549(0.518-0.580)**
One more risk factors	0.638(0.608-0.667)**	0.690(0.661-0.718)**	0.690(0.661-0.718)**
Three more risk factors	0.622(0.588-0.655)**	0.687(0.656-0.719)**	0.675(0.644-0.707)**

1) *; $p<0.05$ (Ho;Area=0.5), **; $p<0.01$

2) BMI=Body mass index, WHR=Waist to hip ratio, DBP=Diastolic blood pressure, SBP=Systolic blood pressure, TC=Total cholesterol, HDL/LDL=high/low density lipoprotein cholesterol, TG=Triglyceride, FBS=Fasting glucose, CVD=cardiovascular disease.

었다($p<0.05$). 각 지표의 곡선아래면적이 세 개 지표 중 가장 넓은 것이 BMI가 6개(총콜레스테롤, HDL, LDL, TG, 고혈압군, 및 3개 이상의 심혈관계위험요인을 가진군)로 가장 많고 WHR은 4개(수축기혈압, 당뇨위험군, 현재흡연자, 심혈관계질환자), WC는 2개(확장기혈압, 1개 이상 심혈관계요인을 가진 군)로 나타났다.

중년여자의 경우 흡연을 제외하곤 각 요인에 따른 비만지표의 곡선아래면적은 통계적으로 모두 유의하며($p<0.05$), 통계적으로 유의한 11개중 곡선아래면적이 비만 지표 중 가장 넓은 것은 WHR이 10개(수축기혈압, 총콜레스테롤, HDL, LDL, TG, 당뇨위험군, 흡연, 심혈관계질환군, 1개 이상 심혈관계요인을 가진 군, 및 3개 이상 심혈관계요인을 가진 군), WC가 3개

(확장기혈압, 고혈압군, 및 1개 이상 심혈관계요인을 가진 군)이였다. 반면에 BMI는 하나도 없었다. 다른 연구들과 같이(6-8) 중년남자의 경우 ROC곡선면적에 의한 심혈관계위험군을 선별하는데 가장 좋은 지표는 $BMI > WHR > WC$ 의 순이며 여자는 $WHR > WC$ 순이다.

남녀별 각 심혈관계위험요인과 관련된 각 비만지표의 임계점, 민감도, 및 특이도는 표 6과 같다. 중년남자의 경우 BMI의 임계점 범위는 22.93~29.99, WHR은 0.836~0.917, 및 WC는 68.3~88.05사이를 가졌다. 남자중에서 7개의 심혈관위험요인중에서 한 개 이상의 위험요인을 가질 때 최적의 임계점은 BMI는 23.13, WHR은 0.886이고 WC는 85.35이며, 3개 이상의 위험요인을 가질 경우는 BMI는 23.28, WHR

Table 6. Optimum cut-off values, sensitivity and specificity of the obesity indices in relation to each cardiovascular risk factors in each sex

Factors	BMI			WHR			WC		
	cut-off	sen	spe	cut-off	sen	spe	cut-off	sen	spe
Male									
DBP	24.17	0.544	0.665	0.917	0.535	0.627	87.05	0.539	0.674
SBP	24.86	0.396	0.725	0.917	0.545	0.626	85.45	0.567	0.579
Chol	24.21	0.624	0.640	0.903	0.729	0.495	85.25	0.694	0.559
HDL	23.93	0.605	0.628	0.904	0.595	0.507	84.25	0.667	0.536
LDL	22.93	0.803	0.461	0.903	0.717	0.491	85.25	0.684	0.554
TG	24.18	0.558	0.649	0.897	0.723	0.469	84.85	0.645	0.551
Diabetes	24.88	0.401	0.713	0.886	0.797	0.374	85.85	0.590	0.582
Hypertension	23.28	0.571	0.648	0.915	0.471	0.718	88.05	0.392	0.825
Smoking	29.99	0.016	0.986	0.836	0.902	0.115	68.30	0.989	0.025
CVD	24.50	0.402	0.654	0.887	0.758	0.377	87.25	0.485	0.645
One more risk factors	23.13	0.554	0.696	0.886	0.662	0.652	85.35	0.473	0.812
Three more risk factors	23.28	0.668	0.554	0.899	0.697	0.506	85.45	0.601	0.617
Female									
DBP	25.06	0.500	0.670	0.881	0.503	0.638	80.85	0.648	0.520
SBP	25.74	0.400	0.753	0.882	0.549	0.668	83.75	0.542	0.672
Chol	23.10	0.745	0.412	0.862	0.688	0.536	81.75	0.648	0.561
HDL	23.57	0.650	0.480	0.843	0.718	0.428	76.45	0.802	0.338
LDL	23.10	0.764	0.414	0.843	0.806	0.432	81.35	0.682	0.549
TG	23.16	0.741	0.413	0.901	0.518	0.737	81.35	0.688	0.540
Diabetes	23.17	0.740	0.417	0.862	0.776	0.541	82.95	0.658	0.617
Hypertension	24.29	0.524	0.682	0.839	0.708	0.528	80.95	0.596	0.659
Smoking	25.26	0.358	0.661	0.853	0.642	0.459	86.75	0.312	0.750
CVD	22.96	0.675	0.390	0.872	0.531	0.587	77.75	0.709	0.380
One more risk factors	23.57	0.604	0.641	0.842	0.678	0.622	78.35	0.681	0.605
Three more risk factors	23.10	0.776	0.426	0.844	0.835	0.449	81.75	0.696	0.577

BMI=Body mass index, WHR=Waist to hip ratio, WC=waist circumference, DBP=Diastolic blood pressure, SBP=Systolic blood pressure, TC=Total cholesterol, HDL/LDL=high/low density lipoprotein cholesterol, TG=Triglyceride, CVD=cardiovascular disease.

은 0.899, 및 WC는 85.45를 보였다. 중년여자의 경우 BMI의 임계점은 22.96~25.74, WHR은 0.839~0.901, WC는 76.45~86.75의 범위를 가지며, 전체적으로 한개 이상의 심혈관계위험요인을 가진 경우 최적점은 BMI 23.57, WHR 0.842, 및 WC는 78.35이고 3개 이상의 위험요인을 가진 경우는 BMI가 23.1, WHR이 0.844, WC가 81.75cm이며, 심혈관계질환 있는 경우 BMI는 22.96, WHR은 0.872, WC는 77.75 이었다.

결과적으로 중년남자의 경우 비만지표의 임계점을 보면 전체적으로나 일부 복부에서도 비만지표의 기준을 넘지 않았으나, 심혈관계위험요인이 1개 이상보다 3개 이상 가질 때 비만지표의 값들이 증가하였고 심혈관계질환이 있다면 최적임계점이 BMI는 24.5, WHR은 0.887, 및 WC는 87.25로서 BMI기준에 의한 과체중의 징후만 보였다. 중년여자의 경우 심혈관계위험요인을 3개이상 가지면 WC기준에 의한 복부비만군으로 분류되었다. 특히 중년남자와 달리 각 위험요인별 임계점 중에서 수축기혈압, 확장기혈압, 및 현재흡연이 BMI기준에 의한 과체중을 보이며 증성지방은 WHR에 의한 복부비만을 보이고, WC에 의해서는 수축기혈압, 확장기혈압, 총콜레스테롤, LDL, TG, 당뇨위험군, 고혈압, 및 현재흡연군에서 뚜렷한 복부비만의 징후를 보였다. WHO아시아기준에 의하면 남녀각각 허리둘레의 최적임계점이 90cm와 80cm이며, 홍콩인 25-74세를 대상으로 한 연구에서 남녀 각각 78.2cm와 74.7cm이고 (8), 한국환자 20-60세의 연구(14)에서 남녀 각각 84cm 이상, 78cm 이상이면 심혈관계질환의 위험이 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 허리둘레임계점이 중년남자는 85.35cm, 중년여자는 78.35cm로 비슷하였다.

요약 및 결론

서태평양지역 아시아인들의 특성상 BMI기준에 의해서 정상이라도 심혈관계 위험요인과 대사성질환을 가질 수 있음이 여러 연구에서 보고되었기 때문에(1, 2, 6, 8, 14) 심혈관계위험을 가진 집단을 선별하기 위해서 BMI만으로 그 위험을 충분히 나타낼 수 없다. 또한 심혈관계질환은 복부비만일 때 더 위험하므로 지방의 분포를 나타내지 못하는 BMI보다 WHR이나 WC

같은 복부비만지표들을 같이 사용하는 것이 적절하나, 각 복부비만지표의 장단점이 있을뿐더러 인구집단의 특성에 따라서 영향을 받으므로 단순히 WHO기준을 적용하는데도 무리가 있다.

그리므로 본 연구는 심혈관계질환의 위험이 가장 높은 한국중년집단의 심혈관계질환의 위험을 선별하는데 사용되는 비만지표들의 타당성을 조사하기 위하여, 1998년 국민건강영양조사에 참여한 40-64세이상 연령집단 3380명을 대상으로 성별 심혈관계위험요인들과 BMI, WHR, 및 WC의 관련성을 분석하고 심혈관계요인별 비만지표의 특이도, 민감도, 및 임계점을 제시하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다. 신체 및 생화학적측정치의 평균을 비교해보면 중년여자가 중년남자보다 복부비만과 심혈관계위험이 더 높음을 알 수 있다. 생활습관과 관련해서 중년남자의 경우 BMI에 의한 비만군은 정상군에 비해서 흡연을 덜하고 일부영양소의 섭취부족이 덜하나 운동을 적게 하며, WC에 의한 복부비만군은 운동을 덜하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 중년여성인 경우 WHR에 의한 복부비만군만이 운동을 하는 비율이 낮았다($p<0.05$). 각 비만지표와 심혈관계 위험요인의 상관성을 비교하면 중년남자의 경우 BMI의 상관계수가 총 7개중 6개 요인에서 가장 큰 값을 가지며 중년여자는 WHR이 7개중 4개요인의 상관계수가 가장 컸다($p<0.05$). 또한 남녀모두 BMI와 흡연군과의 관계를 제외한 나머지 심혈관계위험군에서 각 비만지표들의 평균이 정상군보다 높게 나타나서 심혈관계위험요인을 가질 경우 전체비만보다는 복부비만이, 특히 중년남자보다 중년여자에서 복부비만의 특징이 나타났다($p<0.01$). ROC곡선면적에 의한 심혈관계위험군을 선별하는데 가장 좋은 지표는 남자의 경우 $BMI>WHR>WC$ 의 순이며 여자는 $WHR>WC$ 순이다. 한개 이상의 위험요인을 가질 때 최적의 임계점은 중년남자의 경우 BMI는 23.13, WHR은 0.886이고 WC는 85.35이며, 중년여자의 최적점은 BMI 23.57, WHR 0.842, 및 WC는 78.35 이였다.

일부 연구에서는 복부비만지표로서 WC가 전체비만(BMI)과 복부비만의 분포적 특성이 모두 있고 측정도 간편하므로 WC만 권장하기도 하나 허리둘레는 각 인구집단의 특성에 따라서 심혈관계질환의 위험기준이 달라질 수 있다(2,7,14). 인도 뉴델리의 저소득층을 대상으로 한 연구에서 신체특성상 서구유럽보다 허리

둘레에 비해서 엉덩이둘레가 크지 않으므로 WHO기준에 의해서 WC가 정상임에도 심혈관계질환과 관련된 사망위험이 WHR에 의한 것보다 더 높게 나타난 것으로 볼 때, 아시아인들의 특성상 WHR이 WC보다 더 중요할 수도 있다(1). 결론적으로 한국중년집단의 심혈관계질환의 위험을 선별하기위한 도구로서 비만지표를 BMI 뿐만아니라 복부비만지표인 WC와 WHR도 같이 사용하는 것이 바람직하며 중년여성인 경우 특히 복부비만지표에 주목해야 한다.

참고문헌

- Vikram NK, Pandy RM, Misra A, Sharma R, Devi R, Khanna N. Non-obese(body mass index<25kg/m²) Asian Indians with normal waist circumference have high cardiovascular risk. *Nutrition* 19:503-509, 2003
- Lee YM, Park HS, Chun BC, Kim HS. Reliability of measurements of waist circumference at 3 different site. *대한비만학회지* 11(2):123-130, 2002
- Lee JH. Dietary habits, obesity status and cardiovascular risk factors in Koreans. *International Congress Series* 1262:538-541, 2004
- Lee WY, Park JS, Noh SY, Rhee EJ, Kim SW, Zimmet PZ. Prevalence of the metabolic syndrome among 40, 698 Korean metropolitan subjects. *Diabetes Research and Clinical Practice* 65:143-149, 2004
- Kim HS. Abdominal obesity and health and exercise. *J Korean Soc Living Environ Sys* 6(2):143-149, 2004
- Azizi F, Esmaillzadeh A, Mirmiran P, Ainy E. Is there an independent association between waist to hip ratio and cardiovascular risk factors in overweight and obese women? *International J Cardiology* 8-15, 2004
- Foucan L, Hanley J, Deloumeaux J, Suissa S. Body mass index(BMI) and waist circumference(WC) as screening tools for cardiovascular risk factors in Guadeloupean women. *J Clinical Epidemiology* 55:990-996, 2002
- HO SY, Lam TH, Janus EJ. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. *AEP* 13(10): 683-691, 2003
- Sharma AM. Obesity and cardiovascular risk. *Growth Hormone and IGF Research* 13:s10-s17, 2003
- Ministry of Health and Welfare. Report on 1998 National Health and Nutrition Survey, 1999
- Ramos de Marines VM, Varnier Almeida RMR, Pereira RA, Barros MBA. Factors associated with overweight and central body fat in the city of Rio de Janeiro: results of a two-stage random sampling survey. *Public Health* 115:236-242, 2001
- Sowers JR. Obesity as a Cardiovascular risk factor. *The American J Medicine* 115(8A):37s-41s, 2003
- Fang J, Wylie-Rosett J, Cohen HW, Kaplan RC, Alderman M. Exercise, body mass index, caloric intake, and cardiovascular mortality. *Am J Prev Med* 25(4): 283-289, 2003
- 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* 21(3):395-405
- 장유경외. 개정 영양판정. 신팔출판사, 2001
- WHO Obesity: Preventing and managing the global epidemic Report of a WHO consultation WHO Technical report series. 894, World Health Organization, Geneva, 2000