

## 심혈관계질환의 발병 위험을 선별할 수 있는 적정 허리둘레의 임계점

백인경·신철<sup>1)†</sup>

국민대학교 자연과학대학 식품영양학과, <sup>1)</sup>고려대학교 의과대학 안산병원 내과학교실

### Optimal Waist Circumference for the Prevention of Cardiovascular Disease

Inkyung Baik, Chol Shin<sup>1)†</sup>

Department of Foods and Nutrition, College of Natural Sciences, Kookmin University, Seoul, Korea

<sup>1)</sup>Department of Internal Medicine, Korea University Ansan Hospital, Ansan, Korea

#### Abstract

There are few studies reporting optimal waist circumference that can be utilized to prevent the incidence of cardiovascular disease (CVD). We evaluated the association of waist circumference and waist and hip circumference ratio (WHR) with incident cases of CVD developed over 6 years in a population-based prospective study including Korean adults. Analyses for receiver-operating characteristic (ROC) curve were performed with data for 1,733 men and 1,579 women who were aged 40 to 69 years and were free of a physician-diagnosis of CVD at baseline. Information on the diagnosis of CVD was periodically reported using interviewer-administered questionnaires and anthropometric measures were obtained by biennial health examinations. We newly identified 77 cases of CVD during a follow-up period between 2003 and 2008. On the basis of measures of diagnostic accuracy including minimum distance to ROC curve and Youden index, waist circumference of 85 cm for men, in particular for male nonsmokers, and of 80 cm for women and WHR of 0.88 to 0.90 for men and of 0.83 for women were found to be optimal cutoff points to identify individuals at CVD risks. The study also found that the use of the suggested optimal values for waist circumference show higher sensitivity and lower specificity compared with 90 cm for men and 85 cm for women, which are waist cutoff points given by the Korean Society for the Study of Obesity to define abdominal obesity for Korean adults. Although lower cutoff points of waist circumference (83 cm) and WHR (0.87) were observed to be optimal for male smokers compared with male nonsmokers, whether suggesting waist cutoff points specific to smokers is needed warrants further studies. After taking into account other cardiovascular risk factors including smoking, men with waist circumference of 85 cm or greater and women with 80 cm or greater were at an increased risk of CVD. Thus, these cutoff points of waist circumference may be able to capture more individuals at CVD risks contributing to the prevention of future development of CVD. (*Korean J Community Nutrition* 15(2) : 275~283, 2010)

**KEY WORDS** : optimal waist circumference · cardiovascular disease · prospective cohort study

#### 서론

허리둘레는 복부비만 정도를 나타내는 인체계측치로서, 대사증후군을 정의하는 한 구성요소이다. 미국의 National Cholesterol Education Program(NCEP) Adult Treatment Panel III와 국제당뇨병연맹(International Diabetes Federation; IDF)은 인종 지역별 허리둘레 기준을 제시한 동시에(Grundy 등 2005; International Diabetes Federation 2009), 최근에는 대사증후군을 진단하는 정의를 일치시키면서 대사증후군 예방을 위해 공동의 노력을 기울이고 있다(Alberti 등 2009). 이미 보고된

접수일: 2010년 2월 23일 접수

채택일: 2010년 4월 2일 채택

\*This work was supported by the Research Program 2009 of Kookmin University in Korea and by a grant from the Korea Centers for Disease Control and Prevention (budgets 2001-347-6111-221, 2002-347-6111-221, 2003-347-6111-221, 2004-347-6111-213, 2005-347-2400-2440-215, 2006-347-2400-2440-215, 2007-090-091-4800-4854-300, 2008-E00169-00).

†Corresponding author: Chol Shin, Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine Korea University Ansan Hospital, 516 Gojandong, Danwongu, Ansan, Gyeonggi-do 425-707, Korea

Tel: (031) 412-5606, Fax: (031) 412-5604

E-mail: shin@korea.ac.kr

바와 같이, 건강한 사람에서 대사증후군의 존재는 향후 관상동맥질환의 발병 및 그로 인한 사망 위험을 급격히 증가시키기 때문에, 대사증후군을 진단하는 구성 요소인, 복부비만, 고중성지방혈증, 저 HDL-콜레스테롤혈증, 고혈압, 고혈당 등의 진단 및 치료가 중요하다(Isomaa 등 2001; Lakka 등 2002). 이들 요소 가운데, 복부비만 정도를 정의하는 허리둘레 기준은 인종 및 지역에 따라 다양하게 제시되어 왔는데, 특히 아시아 남성의 적정 허리둘레 임계점은 유럽 및 북아메리카 지역 백인 남성들에게 적용되는 기준에 비해 낮게 설정되어 왔다(Grundy 등 2005; International Diabetes Federation 2009). 한편, 아시아인을 대상으로 적정 허리둘레 임계점을 찾고자 한 연구들이 지금까지 상당히 보고되었는데 일관된 결과를 보여주지 못했다(Lee 2000; Wildman 등 2004; Hara 등 2006; Kim 등 2006; Lee 등 2007; Nishimura 등 2007; Bao 등 2008; Li 등 2008; Narisawa 등 2008; Sato 등 2008; Baik 2009; Tabata 등 2009; Doi 등 2009). 한국 성인을 대상으로 한 연구에서 남성은 89에서 90 cm의 허리둘레를, 여성은 85에서 86 cm의 허리둘레를 적정 임계점으로 제시된 바 있다(Kim 등 2006; Lee 등 2007). 그러나, 최근 여러 가지 진단 정확도 평가 지표들을 이용하면서, 국민건강영양조사 제3기 자료를 이용한 연구에서 남성은 84에서 86 cm, 여성은 78에서 80 cm를 적정 허리둘레 임계점으로 보고하였고(Baik 2009) 이는 비슷한 분석 방법을 이용한 중국인(Li 등 2008) 및 일본인(Tabata 등 2009) 대상의 연구와 비슷한 결과로, 추가적인 연구가 요구된다. 또한 앞선 대부분의 연구들은 복부비만을 제외한 나머지 대사증후군 요소들과의 관련성을 바탕으로 허리둘레 임계점을 제시한 반면, 심혈관계질환의 발병과 관련된 연구 결과는 부족한 실정이다(Doi 등 2009). 따라서, 본 연구는 지역사회 기반의 전향적 코호트 연구 자료를 이용하여 심혈관계질환의 발병 위험과 관련된 적정 허리둘레 임계점 및 허리둘레와 엉덩이둘레 비의 임계점을 다양한 진단 정확도 평가 지표들에 근거하여 제시해 보고자 한다.

## 조사대상 및 방법

### 1. 연구대상 및 기간

본 연구대상은 한국인 유전체역학 코호트 조사사업(Korean Genome Epidemiology Study, KoGES) 중 하나인 안산 지역사회 기반의 전향적 코호트 연구에 포함된 남녀 성인으로, 코호트 연구 내용에 대한 자세한 사항은 이

미 보고된 바 있다(Baik & Shin 2008). 코호트 연구의 기초조사는 2001년에서 2002년 사이에 수행되었는데 당시 경기도 안산시에 거주했던 5,020명(이들 중 생물학적 연령이 40에서 69세였던 대상자는 5,015명)의 한국인 남녀 성인이 종합적인 건강검진 및 설문조사를 위하여 고려대학교 의과대학 안산병원을 방문하였다. 코호트 연구 참여자들은 거의 동일한 건강검진 및 설문조사를 2년마다 반복하여 수검하였고, 매 검진마다 고려대학교 의과대학 안산병원의 인간대상연구 심사위원회(Human Subjects Review Committee)의 승인을 거친 연구참여 동의서에 서명을 하였다.

본 연구는 심혈관계질환의 발병과 관련된 적정 허리둘레 임계점을 찾고자 2001년과 2002년 사이의 설문조사에서 의사 진단의 심혈관계질환에 대한 질병력 여부에 대해 진단받은 적이 없는 것으로 답했던 참여자를 연구 대상 적격자로 하였다. 또한 기초조사 당시 인체계측 조사를 완료했던 4,920명의 참여자 가운데, 2003년과 2008년 사이의 추적조사에 적어도 1회 이상 참여하여 의사 진단의 심혈관계질환에 대해 보고하였거나, 2003년과 2004년 사이의 추적조사에 반드시 참여하고 2005년과 2008년 사이의 추적조사에는 1회 이상의 추적조사에 참여하여 심혈관계질환의 진단을 받은 적이 없다고 답했던 남녀 3,312명을 연구 대상자에 포함시켰다. 이와 같은 연구 대상자 선발 과정은 2003년과 2004년 사이의 추적율이 80%까지 감소하고 그 이후 추적율은 70-75% 가량인 점을 감안하였기 때문이다.

### 2. 인체계측 방법 및 심혈관계질환에 대한 설문조사

종합적인 건강검진에 인체계측 조사가 포함되어 검진 프로토콜에 따라 훈련된 연구원이 수검 대상자의 체중, 신장, 허리둘레, 엉덩이둘레 등을 측정하였다. 체중과 신장 측정은 수검자가 신발을 신지 않고 면으로 된 환자용 의복을 입은 상태에서 이루어졌고, 측정치는 소수 첫째 자리까지 기록되었으며 체질량지수(Body Mass Index,  $\text{kg}/\text{m}^2$ )의 계산을 위해 이용되었다. 허리둘레 및 엉덩이둘레 측정은 수검자가 두 팔을 들고 두 다리를 붙여 똑바로 서있는 상태에서 이루어졌는데 허리둘레는 늑골과 장골 사이 가장 가는 허리 부위를 엉덩이둘레는 가장 돌출된 부위의 둘레를 각각 3회 반복 측정하여 소수 첫째 자리 측정치까지 기록되었고 그 평균값이 계산되었다. 허리둘레와 엉덩이둘레 비(Waist and Hip circumference Ratio, WHR)는 허리둘레 평균값을 엉덩이둘레 평균값으로 나누어서 소수 둘째 자리까지 계산되었다.

훈련된 연구원들에 의해 설문조사가 수행되었는데, 그 설

문 내용은 대상자의 일반적 특성 및 건강 상태와 질병에 관한 사항, 질병의 가족력, 생활 습관 등을 포함하였다. 특히 심혈관계질환은 심장질환과 혈관질환을 모두 광범위하게 포함시켜 일컫는 질환으로, 질병력 조사 사항에서 수검자 본인의 심근경색, 관상동맥질환, 울혈성 심부전증, 말초혈관질환, 뇌혈관질환 등의 의사 진단 여부 및 진단 시기, 치료처 및 치료 경과 등에 대한 정보를 답하도록 하였다. 2003년에서 2008년 사이 추적조사 기간 동안에 심혈관계질환을 처음으로 진단받은 사람들은 심혈관계질환 발병 건수로 포함되었다.

### 3. 통계학적 분석

추적조사 기간 동안 심혈관계질환(cardiovascular disease, CVD)의 의사 진단을 보고했던 연구 대상자들을 ‘CVD cases’로, 심혈관계질환의 진단을 받은 적이 없다고 답했던 연구 대상자들을 ‘Non-cases’로 그룹을 분류한 후, 남녀 성별에 따른 그룹 간 인체계측치의 평균 및 그 외 변수들의 분포 차이를 Student’s t-test와 chi-square test를 이용하여 분석하였다. 허리둘레 및 WHR 적정 임계점을 구하기 위해서 수신자 판단특성 곡선(receiver-operating characteristic curve, ROC curve) 분석법을 이용하였는데, 심혈관계질환의 발병 여부를 종속변수로 하고 허리둘레 혹은 WHR를 독립변수로 한 로지스틱 회귀분석 모델(logistic regression model)에서 진단 정확도 평가 지표들을 도출하여 ROC curve를 구하였다. 진단 정확도 평가 지표로 민감도(sensitivity) 및 특이도(specificity) 외에 ROC curve까지의 최단 거리값(minimum distance to ROC curve)과 최대 Youden index 값을 우선적으로 고려하였다. ROC curve까지의 최단 거리는 ROC curve 좌표에서 sensitivity와 specificity값이 최대인(1,0) 위치에서 ROC curve에 이르는 최단 거리를 의미하며, Youden index 값은 [sensitivity + specificity - 1]로 계산하게 된다. 그 외 양성예측도(Positive Predictive Value, PPV) 및 음성예측도(Negative Predictive Value, NPV)가 있는데, 이들은 제시하고자 하는 진단 도구가 얼마나 정확하게 질병을 진단할 수 있는지의 능력을 나타내므로(Baik 2009) 참고적인 지표로 사용되었다. 선정된 허리둘레 및 WHR 임계점을 기준으로 각각 두 그룹을 나누어서 독립변수화 하고 심혈관계질환 발병 여부를 종속 변수로 한 다변량 통합 로지스틱 회귀분석(multivariate pooled logistic regression analysis) 모델로부터 상대적인 오즈값(Relative Odds, RO) 및 95% 신뢰구간(confidence interval)을 산출하였다. 이 때 모델에 고려된 공변수는 기초 조사시의 대상자의

연령, 경제적 여건, 직업, 결혼 및 동거 여부, 교육 정도, 흡연 및 음주 여부, 운동량, 여성의 폐경 여부 및 폐경 후 호르몬 사용 여부 등이었다. 모든 자료의 통계적 처리를 위해 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)이 사용되었고, 통계적 유의 수준은 양측 검정 0.05 수준에서 이루어졌다.

## 결 과

본 연구에서 추적조사 6년 동안 보고된 심혈관계질환 발병 건수는 총 77건으로 남성에서 47건(2.7%), 여성에서 30건(1.9%)이었다. 기초조사에서 조사된 대상자의 특성 및 인체 계측치를 심혈관계질환 진단 여부에 따라 비교하였을 때, 남성과 여성 모두에서 심혈관계질환이 발병하지 않은 연구 참여자들에 비해 발병 환자들은 높은 연령, 낮은 교육 정도, 복부비만 등의 특성을 나타냈다. 또한 여성에서 심혈관계질환 발병 환자들은 더 낮은 경제적 상태 및 배우자와 동거하지 않는 경향을 보였다(Table 1).

Table 2는 6년 동안의 심혈관계질환 발병 위험과 관련된 ROC curve 분석 결과를 보여주고 있는데, ROC curve까지의 최단 거리값 및 최대 Youden index 값을 나타낸 적정 허리둘레 임계점은 남성에서 85 cm, 여성에서 80 cm로, 적정 WHR 임계점은 남성에서 0.88, 여성에서 0.83으로 나타났다. 이들 임계점에서의 진단 정확도 평가 지표 값과 앞선 연구에서 제시되어 온 허리둘레 임계점인 90 cm(남성)와 85 cm(여성) 및 WHR의 임계점인 0.90(남성)과 0.85(여성)에서의 진단 정확도 평가 지표 값을 비교했을 때, 산출된 적정 허리둘레 및 WHR 임계점을 사용하면 더 높은 sensitivity(심혈관계질환의 발병자 중 복부비만인 자의 비율)와 더 낮은 specificity(심혈관계질환이 없는 자 중 복부비만이 아닌 자의 비율) 값을 보여주어 산출된 적정 임계점이 심혈관계질환의 발병 위험에 있는 사람을 더 민감하게 선별할 수 있음을 나타냈다. 한편, 허리둘레 및 WHR의 ROC curve 면적을 살펴보면, 남성의 경우 0.59 및 0.62, 여성에서는 0.73 및 0.71의 값을 나타내고 남녀 모두의 인체 계측 임계점에서 NPV(복부비만이 아닌 자 중 심혈관계질환이 없는 자의 비율)가 매우 높은 반면 PPV(복부비만인 자 중 심혈관계질환 발병자의 비율)가 극히 낮음을 보여, 이들 인체 계측치를 평가하는 것만으로 향후 발병할 심혈관계질환을 예측하기에는 부족하다는 것을 시사했다.

Fig. 1은 허리둘레를 위한 ROC curve와 WHR의 ROC curve를 비교하여 보여주고 있는데, 이들 curve 아래의 면적 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

**Table 1.** Baseline characteristics of 3,312 study subjects from a population-based cohort by sex and the presence of cardiovascular disease identified during a 6-year follow-up period

	Men			Women		
	Non-cases	CVD cases	p-values <sup>1)</sup>	Non-cases	CVD cases	p-values <sup>1)</sup>
N of subjects (%)	1,686 (97.3)	47 (2.7)		1,549 (98.1)	30 (1.9)	
Age, Mean ± SD, y	48.1 ± 7.1	53.4 ± 7.5	< 0.001	48.7 ± 7.6	56.1 ± 8.2	< 0.001
Body mass index, Mean ± SD, kg/m <sup>2</sup>	24.7 ± 2.7	25.4 ± 2.5	0.08	24.8 ± 3.1	26.4 ± 3.0	< 0.01
Waist circumference, Mean ± SD, cm	83.4 ± 7.2	85.8 ± 8.0	< 0.05	78.1 ± 8.7	84.8 ± 8.6	< 0.001
WHR, Mean ± SD	0.87 ± 0.05	0.89 ± 0.05	< 0.01	0.82 ± 0.07	0.87 ± 0.07	< 0.001
Income wage < 10 <sup>6</sup> Won/month <sup>2)</sup> , %	7.2	8.5	0.77	15.4	33.3	< 0.05
Office workers, %	22.9	14.9	0.19	3.8	0.0	0.63
Living with spouse, %	97.0	97.9	1.00	88.6	70.0	< 0.01
Education > 9 years, %	78.2	59.6	< 0.01	54.6	36.7	< 0.05
Smokers, %	40.9	46.8	0.43	2.3	3.3	0.52
Alcohol consumption, Mean ± SD, g/day	20.2 ± 29.2	19.5 ± 27.5	0.87	1.7 ± 7.7	1.9 ± 6.2	0.91
Physical activity <sup>3)</sup> , Mean ± SD, MET/day	24.9 ± 9.6	27.2 ± 9.4	0.11	23.9 ± 8.7	22.0 ± 6.9	0.23
Menopause, %				24.4	43.3	< 0.05

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; SD, standard deviation; WHR, waist and hip circumference ratio

1) Comparison between individuals who have been free of CVD and those with CVD within the same sex

2) Approximately corresponding to the government-set-minimum wage for a family of three persons

3) Average daily metabolic equivalents-hours

**Table 2.** Area under the ROC curve and measures of diagnostic accuracy for waist circumference and waist and hip circumference ratio in the association with the incidence of cardiovascular disease by sex

All subjects by sex	ROC curve area	Cutoff point	Distance to ROC curve	Youden's index	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
<b>Men</b>								
Waist circumference	0.59							
Optimal value		85.0	0.34	0.18	61.7	56.0	3.8	98.1
Suggested value <sup>1)</sup>		90.0	0.47	0.15	34.0	81.3	4.8	97.8
WHR	0.62							
Optimal value		0.88	0.33	0.19	63.8	55.5	3.8	98.2
Suggested value <sup>2)</sup>		0.90	0.37	0.17	46.8	70.5	4.2	97.9
<b>Women</b>								
Waist circumference	0.73							
Optimal value		80.0	0.18	0.42	80.0	62.0	3.9	99.4
Suggested value <sup>1)</sup>		85.0	0.33	0.26	46.7	79.0	4.1	98.7
WHR	0.71							
Optimal value		0.83	0.20	0.38	76.7	61.8	3.7	99.3
Suggested value <sup>2)</sup>		0.85	0.25	0.30	60.0	70.4	3.8	98.9

Abbreviations: ROC, receiver-operating characteristic; WHR, waist and hip circumference ratio; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value

1) Reference: Lee 등 2007

2) Reference: WHO 1999

Table 3은 연령에 따른 적정 허리둘레 및 WHR 임계점을 보여주는데, 연령에 관계없이 남성에서는 85 cm 여성에서는 80 cm가 적정 허리둘레로 나타나 일관된 결과를 보여주

고 있다. 반면, 적정 WHR 임계점은 40대 남녀에 비해 50대 및 60대 남녀에서 더 높은 값을 나타냈다. 또한 허리둘레를 위한 ROC curve 면적은 40대 남성에서 최소값을 40대

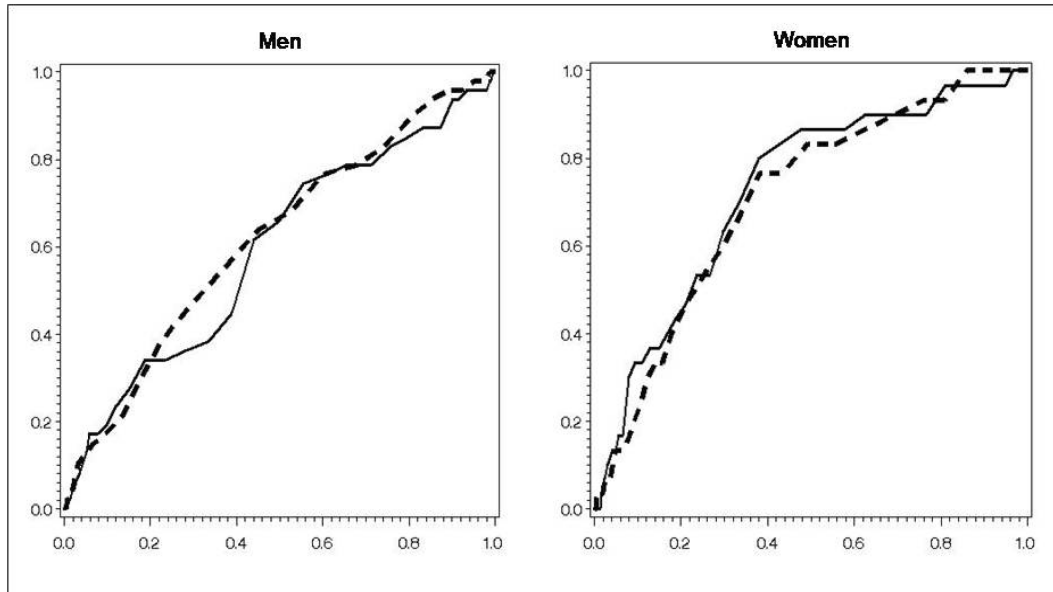


Fig. 1. Comparison of receiver-operating characteristic (ROC) curves for waist circumference (continuous line) and waist and hip circumference ratio (dashed line) by sex. The curves have been plotted with sensitivity (y value) and [1-specificity] (x value). Differences between the area under the ROC curve for waist circumference and that of waist and hip circumference ratio were not significant.

Table 3. Area under the ROC curve and measures of diagnostic accuracy for waist circumference and waist and hip circumference ratio in the association with the incidence of cardiovascular disease by sex and age groups

All subjects by sex and age groups	ROC curve area	Optimal cutoff point	Distance to ROC curve	Youden's index	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
<b>Men</b>								
Aged 40 to 49 (n = 1,164)								
Waist circumference	0.52	85.0	0.38	0.13	56.7	56.5	2.7	98.4
WHR	0.56	0.88	0.34	0.18	60.0	57.6	2.9	98.5
Aged 50 to 69 (n = 569)								
Waist circumference	0.61	85.0	0.33	0.19	65.6	53.6	7.8	96.3
WHR	0.60	0.89	0.35	0.17	62.5	54.7	7.6	96.1
<b>Women</b>								
Aged 40 to 49 (n=1,000)								
Waist circumference	0.73	80.0	0.15	0.45	75.0	69.9	2.0	99.7
WHR	0.66	0.81	0.22	0.35	75.0	60.3	1.5	99.7
Aged 50 or 69 (n=579)								
Waist circumference	0.66	80.0	0.30	0.30	81.8	48.1	5.9	98.5
WHR	0.66	0.83	0.31	0.32	86.4	46.0	5.9	98.8

Abbreviations: ROC, receiver-operating characteristic; WHR, waist and hip circumference ratio; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value

여성에서 최대값을 나타냈다.

남성의 흡연 여부에 따른 걱정 허리둘레 및 WHR 임계점은 Table 4에 나타난 바와 같이, 비흡연자에 비해 흡연자에서 걱정 허리둘레 및 WHR 임계점이 더 낮게 산출되어 각각

83 cm, 0.87로 나타났다.

본 연구에서 구한 걱정 허리둘레 및 WHR 임계점과 앞선 연구(WHO 1999; Lee 등 2007)에서 제시해 온 허리둘레 및 WHR 임계점을 2치(binary) 독립변수로 하여 다른 심

혈관계질환 발병 위험과의 관련성을 분석하였다. Table 5는 연령만을 보정했을 때와 연령 및 심혈관계질환의 위험 요인을 보정했을 때의 상대적인 오즈비(Relative Odds, RO) 및 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 보여주고 있다. 남성의 경우 적정 허리둘레 임계점인 85 cm 이상의 복부비만으로 평가된 사람들은 복부비만이 아닌 사람들에 비해 거의 2배 가량의 증가된 심혈관계질환의 발병 위험을 갖는 것으로 나타났다. 이러한 위험 정도는 허리둘레 90 cm을 사용해 평가한 위험 정도와 비슷하게 나타났다. 여성의 경우에는 적정 허리둘레 임계점인 80 cm 이상의 복부비만으로 평가된 사람들은 복부비만이 아닌 사람들에 비해 4배가 넘는 발병 위험을, 허리둘레 85 cm 이상의 복부비만으로 평가된 사람들은 2배 가량의 발병 위험을 나타냈다. 즉, 허리둘레가 80에서 84.9 cm 사이의 여성들을 복부비만자로 평가

했을 때 심혈관계질환의 발병 위험이 극적으로 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

Table 5의 결과 분석 방법을 이용하여 남자에서 흡연 여부에 따른 상대적인 오즈비 및 95% 신뢰구간을 산출하였다. 남성 비흡연자의 경우 허리둘레 85 cm 이상의 복부비만으로 평가된 사람들은 복부비만이 아닌 사람들에 비해 거의 3배 가량의 증가된 심혈관계질환의 발병 위험을 갖는 것으로 나타났으며 허리둘레 90 cm 및 0.90의 WHR을 사용해 평가한 위험 정도도 이와 비슷하게 나타났다(Table 6). 반면, 남성 흡연자에서는 허리둘레나 WHR의 어떤 임계점을 사용해도 심혈관계질환의 발병 위험을 유의적으로 증가시키지 못해 흡연자에서 복부비만 지표만으로 질환 발병을 예측하기에는 한계가 있음을 나타냈다(Table 6).

**Table 4.** Area under the ROC curve and measures of diagnostic accuracy for waist circumference and waist and hip circumference ratio in the association with the incidence of cardiovascular disease by smoking status among men

Smoking status among men	ROC curve area	Optimal cutoff point	Distance to ROC curve	Youden's index	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
Nonsmokers (n=1,022)								
Waist circumference	0.62	85.0	0.27	0.28	72.0	56.5	4.0	98.8
WHR	0.65	0.90	0.24	0.31	60.0	71.2	5.0	98.6
Smokers (n=711)								
Waist circumference	0.56	83.0	0.38	0.18	72.7	45.1	4.1	98.1
WHR	0.57	0.87	0.39	0.14	68.2	45.9	3.9	97.8

Abbreviations: ROC, receiver-operating characteristic; WHR, waist and hip circumference ratio; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value

**Table 5.** Relative odds of cardiovascular disease according to cutoff points of waist circumference and waist and hip circumference ratio in a 6-year follow-up study

	Cutoff points	Age-adjusted RO (95% CI)	Multivariate RO <sup>1)</sup> (95% CI)
Men			
Waist circumference	Optimal value	85.0	1.91 (1.05, 3.45)
	Suggested value <sup>2)</sup>	90.0	2.04 (1.11, 3.75)
WHR	Optimal value	0.88	1.75 (0.95, 3.21)
	Suggested value <sup>2)</sup>	0.90	1.67 (0.93, 3.00)
Women			
Waist circumference	Optimal value	80.0	4.36 (1.73, 11.0)
	Suggested value <sup>2)</sup>	85.0	2.17 (1.02, 4.59)
WHR	Optimal value	0.83	3.29 (1.34, 8.07)
	Suggested value <sup>2)</sup>	0.85	2.15 (0.98, 4.70)

Abbreviations: RO, relative odds; CI, confidence interval; WHR, waist and hip circumference ratio

1) Data are adjusted for age, income (monthly wage of < 10<sup>6</sup> or ≥ 10<sup>6</sup> won), occupation (white-collar job, blue-collar job, or housework), marital status (living with a spouse or other status), educational level (< 9 or ≥ 9 years), smoking status (never smoker, former smoker, current smoker of ≤ 10, 11–20, or > 20 cigarettes daily), alcohol intake (abstainers, drinkers with alcohol consumption of < 5.1, 5.1–15, 15.1–30, > 30 g/day), and quintiles of physical activity (metabolic equivalents per hour daily) (plus menopausal status or postmenopausal hormone use for women).

2) Reference has been indicated in Table 2

Table 6. Relative odds of cardiovascular disease according to cutoff points of waist circumference and waist and hip circumference ratio in a 6-year follow-up study for men

		Cutoff points	Age-adjusted RO (95% CI)	Multivariate RO <sup>1)</sup> (95% CI)
Nonsmokers				
Waist circumference	Optimal value	85.0	2.80 (1.16, 6.77)	3.06 (1.25, 7.51)
	Suggested value <sup>2)</sup>	90.0	2.38 (1.05, 5.39)	2.96 (1.26, 6.94)
WHR	Optimal value	0.88	1.86 (0.78, 4.41)	2.02 (0.84, 4.90)
	Suggested value <sup>2)</sup>	0.90	2.50 (1.10, 5.71)	2.87 (1.22, 6.76)
Smokers				
Waist circumference	Optimal value	85.0	1.24 (0.53, 2.87)	1.21 (0.52, 2.81)
	Suggested value <sup>2)</sup>	90.0	1.56 (0.61, 4.01)	1.53 (0.59, 3.98)
WHR	Optimal value	0.88	1.53 (0.65, 3.61)	1.46 (0.61, 3.50)
	Suggested value <sup>2)</sup>	0.90	0.98 (0.40, 2.44)	0.95 (0.38, 2.40)

Abbreviations: RO, relative odds; CI, confidence interval; WHR, waist and hip circumference ratio

1) Data are adjusted for age, income (monthly wage of < 10<sup>5</sup> or ≥ 10<sup>6</sup> won), occupation (white-collar job, blue-collar job, or housework), marital status (living with a spouse or other status), educational level (< 9 or ≥ 9 years), alcohol intake (abstainers, drinkers with alcohol consumption of < 5.1, 5.1 – 15, 15.1 – 30, > 30 g/day), and quintiles of physical activity (metabolic equivalents per hour daily).

2) Reference has been indicated in Table 2

## 고 찰

본 연구는 한국 성인 남녀를 포함한 지역사회 기반의 전향적 코호트 연구 자료를 바탕으로 6년 동안의 심혈관계질환 발병 위험과 관련된 적정 허리둘레의 임계점을 찾고자 했고, 그 결과 남성은 85 cm, 여성은 80 cm의 허리둘레가 심혈관계질환 발병 위험에 있는 사람들을 선별할 수 있는 기준임을 알아냈다. 따라서 NCEP와 IDF에서 제시한 아시아 여성을 위한 적정 허리둘레 임계점은 한국 여성을 위해서도 적용 가능한 것으로 나타났고, 아시아 남성을 위한 적정 허리둘레 임계점인 90 cm는 한국인 남성을 위한 기준으로 부적절하지는 않지만 적극적인 예방 측면에서는 다소 높은 기준인 것으로 나타났다. 또한 추가적인 복부비만 지표인 허리둘레와 엉덩이둘레 비의 적정 임계점은 연령 및 흡연 여부에 따라 달라지는 경향이 있지만, 심혈관계질환 발병 위험을 유의적으로 증가시키는 0.90를 포함하여 남성에서 0.88–0.90, 여성에서 0.83이 적절한 기준인 것으로 나타났다.

서구인과 비교했을 때 아시아인들은 비만 정도가 낮더라도 당뇨병, 고혈압, 이상지질대사 등의 심혈관계질환의 위험 요인을 동반하기 쉽기 때문에 아시아인을 위한 비만 판정 기준의 필요성이 제기되었다(WHO Expert Consultation 2004). 초기 NCEP의 보고서에서 복부비만을 남성에서 102 cm 이상, 여성에서 88 cm 이상으로 정의한 후(Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults 2001) 아시아인에게 이러한 기준이 적절하지 않다고 끊임없이 보고되었다. 하지

만 실제로 아시아인을 대상으로 적정 허리둘레 임계점을 산출했던 연구들은 일치된 결과를 보여주지 못했다(Lee 2000; Wildman 등 2004; Hara 등 2006; Kim 등 2006; Lee 등 2007; Nishimura 등 2007; Bao 등 2008; Li 등 2008; Narisawa 등 2008; Sato 등 2008; Baik 2009; Tabata 등 2009; Doi 등 2009). 이러한 가운데 NCEP 및 IDF는 아시아인을 위한 복부비만 기준으로 남성에서 90 cm, 여성에서 80 cm의 허리둘레 임계점을 제시하게 되었고(Grundy 등 2005; International Diabetes Federation 2009) 실제로 적절한지 평가되었다(Hayashi 등 2007; Baik 2009). 일본계 미국인 남녀 각각 300명 가량을 연구 대상으로 한 Hayashi 등(2007)의 연구는 NCEP 및 IDF이 제시한 복부비만 기준이 30대에서부터 50대 중반의 남녀를 위해 적절하다고 보고하였다. 한편, 국민건강영양조사에 참여했던 4,677명의 한국인 남녀를 대상으로 한 Baik(2009)의 연구는 남성에서 85 cm, 여성에서 80 cm의 허리둘레를 적정 임계점으로 제시하면서 NCEP 및 IDF의 기준이 한국인 여성에게만 적용 가능한 것으로 제기하였다. 그러나 타 연구에서도 언급된 바와 같이 허리둘레 85 cm 및 80 cm와 같은 엄격한 기준을 적용했을 경우 너무 높은 비율의 성인들이 복부비만으로 진단되는 우려가 있음을 보여주었다(Lee 등 2007; Baik 2009). 즉, 40대 및 70대 성인 남녀에게 90 cm(남성)와 85 cm(여성)의 기준을 적용했을 때는 복부비만 유병률이 25% 가량인 반면, 85 cm(남성)와 80 cm(여성)의 기준을 적용했을 때는 거의 절반 가량이 복부비만을 갖는 것으로 평가되었다(Baik 2009).

지금까지 적정 허리둘레에 관한 연구들은 대부분 당뇨병,

고혈압, 이상지질대사 등 대사증후군의 구성 요인과 관련해서 임계점을 산출하였고 단 한 연구만이 심혈관계질환의 발병과 관련된 허리둘레 임계점을 보고하였다(Doi 2009). 사실 심혈관계질환을 예방하고 관리하고자 하는 전략적 목적으로 대사증후군의 구성요소들이 정의되었기 때문에(Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults 2001) 심혈관계질환의 발병과 관련된 복부비만 기준을 산출할 필요가 있다. 만약 제시된 복부비만 기준의 사용이 복부비만 유병률을 높게 산출하더라도 증가된 심혈관계질환의 발병 위험과 관련된다면, 적극적인 예방 측면에서 제시된 기준이 정당화될 수 있을 것이다. 본 연구에서 살펴본 바와 같이 남성에서 85 cm, 여성에서 80 cm를 허리둘레 임계점으로 사용하였을 때 복부비만인들은 남성에서는 2배 가량, 특히 남성 비흡연자에서는 3배 가량, 여성에서는 4배가 넘는 심혈관계질환 발병 위험율을 나타냈다. 이는 남녀 각각 90 cm 및 85 cm의 기준을 사용하였을 때와 비슷한 위험율이거나 여성에서는 그 이상의 위험율에 해당된다. 이러한 기준은 중국의 대표적인 대규모 자료를 근거로 산출한 기준과 동일하며(Zhou 2002) 일본의 Oizumi 등(2006)의 제의와 일치된다. 한편 본 연구에서 구한 적정 임계점을 진단 예측 도구로 이용할 경우 심혈관계질환의 발병 위험에 있는 사람들을 질환이 있다고 평가하는 능력은 높지만 심혈관계질환이 없는 사람들을 질환이 없다고 평가할 수 있는 능력은 낮다는 점을 고려한다면 허리둘레를 이용한 복부비만 평가에서 양성으로 나타난 사람들은 심혈관계질환의 다른 위험 요인들, 예를 들어 흡연, 당뇨병, 고혈압, 지질대사이상증, 질환의 가족력 등의 존재를 추가적으로 평가해야 할 것이다.

본 연구의 장점은 지역사회 기반의 코호트 연구 자료를 근거로 심혈관계질환의 발병과 관련된 적정 허리둘레 임계점을 국내 연구로서는 처음으로 산출했다는 점이다. 또한 허리둘레의 측정이 잘 훈련된 연구원들에 의해 표준화된 방법에 따라 체계적으로 수행되었다는 점이다. 잠재적인 단점은 심혈관계질환의 발병건수가 연구 참여자의 설문 응답에 근거하였고 의사 및 의무기록지를 통한 확인이 불가능했다는 점이다. 따라서 심혈관계질환 발병 여부가 부정확할 수 있다. 하지만 결과 변수의 분류 오류가 무작위로 발생했을 가능성이 크므로 본 연구에서 산출한 위험율을 과소 평가했을 수 있지 왜곡할 가능성은 적다. 또한 남성 비흡연자와 비교해서 흡연자에서의 적정 임계점은 조금 더 낮게 나타나 허리둘레 임계점은 83 cm, 허리둘레와 엉덩이둘레 비의 임계점은 0.87로 관찰된 반면, 흡연자에서 허리둘레 및 허리둘레와 엉덩이둘레 비가 심혈관계질환의 발병 위험과 유의한 관련성을 보

이지 않았다. 따라서 흡연자를 위한 임계점 기준을 따로 제시하는 것이 바람직한지, 임계점을 정할 때 비흡연자에서만 산출하는 것이 적절한지에 관해서는 연구 및 논의가 필요하다.

본 연구는 심혈관계질환의 발병 위험과 관련하여 적정 허리둘레 임계점으로 남성에서 85 cm, 여성에서 80 cm를, 적정 허리둘레와 엉덩이둘레 비의 임계점으로는 남성에서 0.88에서 0.90, 여성에서 0.83를 구하였다. 본 연구가 제시한 기준에 대한 추가적인 평가가 요구된다.

## 요약 및 결론

심혈관계질환의 발병과 관련해서 적정 허리둘레 임계점을 구한 연구는 제한적이다. 본 연구는 지역사회 기반의 코호트 연구의 자료를 이용하여 6년의 추적조사 기간 동안에 보고된 심혈관계질환의 진단 여부와 관련된 허리둘레 및 허리둘레와 엉덩이둘레 비의 적정 임계점을 구하였다. 연구 대상은 2001년에서 2002년 사이의 초기조사에서 심혈관계질환으로 진단받은 적이 없다고 보고한 남성 1,733명과 여성 1,579명이었다. 통계적 분석은 로지스틱 회귀분석 및 수신자 판단 특성 곡선 분석법을 이용하였다. 2003년에서 2008년 사이의 추적조사 동안에 심혈관계질환으로 새롭게 진단받은 것으로 보고된 건수는 77건이었다. 수신자 판단특성 곡선 분석으로부터 도출된 진단 정확도 평가지표를 비교한 결과, 남성(특히 남성 비흡연자)에서 85 cm, 여성에서 80 cm의 허리둘레가, 남성에서 0.88에서 0.90, 여성에서 0.83의 허리둘레와 엉덩이둘레 비가 적정 임계점임을 알아냈다. 복부비만을 정의할 때 제의된 허리둘레 기준을 사용할 경우, 복부비만 유병률이 지나치게 높게 산출되지만 심혈관계질환 발병 위험을 남녀 각각에서 2배 및 4배 가량으로 증가시키기 때문에 적극적인 예방 차원에서 제시된 임계점이 복부비만을 정의하는 적절한 기준이라 사료된다.

## 참고 문헌

- Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart JC, James WP, Loria CM, Smith SC Jr, International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention, National Heart, Lung, and Blood Institute, American Heart Association, World Heart Federation, International Atherosclerosis Society, International Association for the Study of Obesity (2009): Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society;



- and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 120(16): 1640-1645
- Bao Y, Lu J, Wang C, Yang M, Li H, Zhang X, Zhu J, Lu H, Jia W, Xiang K (2008): Optimal waist circumference cutoffs for abdominal obesity in Chinese. *Atherosclerosis* 201(2): 378-384
- Baik I (2009): Optimal cutoff points of waist circumference for the criteria of abdominal obesity: comparison with the criteria of the International Diabetes Federation. *Circ J* 73(11): 2068-2075
- Baik I, Shin C (2008): Prospective study of alcohol consumption and metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 87(5): 1455-1463
- Doi Y, Ninomiya T, Hata J, Yonemoto K, Arima H, Kubo M, Tanizaki Y, Iwase M, Iida M, Kiyohara Y (2009): Proposed criteria for metabolic syndrome in Japanese based on prospective evidence: the Hisayama study. *Stroke* 40(4): 1187-1194
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (2001): Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 285(19): 2486-2497
- Grundey SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, Gordon DJ, Krauss RM, Savage PJ, Smith SC Jr, Spertus JA, Costa F; American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute (2005): Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 112(17): 2735-2752
- Hayashi T, Boyko EJ, McNeely MJ, Leonetti DL, Kahn SE, Fujimoto WY (2007): Minimum waist and visceral fat values for identifying Japanese Americans at risk for the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 30(1): 120-127
- Hara K, Matsushita Y, Horikoshi M, Yoshiike N, Yokoyama T, Tanaka H, Kadowaki T (2006): A proposal for the cutoff point of waist circumference for the diagnosis of metabolic syndrome in the Japanese population. *Diabetes Care* 29(5): 1123-1124
- International Diabetes Federation [IDF] (2009): Worldwide definition of the metabolic syndrome. Available at [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Meta\\_def\\_final.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf). Accessed April 28, 2009
- Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, Taskinen MR, Groop L (2001): Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 24(4): 683-689
- Kim JA, Choi CJ, Yum KS (2006): Cut-off values of visceral fat area and waist circumference: Diagnostic criteria for abdominal obesity in a Korean population. *J Korean Med Sci* 21(6): 1048-1053
- Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT (2002): The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 288(21): 2709-2716
- Lee K (2000): Waist circumference as a screening tool for cardiovascular risk factors in Korea: evaluations of receiver operating characteristics (ROC). *J Korean Acad Fam Med* 21(2): 395-405
- Lee SY, Park HS, Kim DJ, Han JH, Kim SM, Cho GJ, Kim DY, Kwon HS, Kim SR, Lee CB, Oh SJ, Park CY, Yoo HJ (2007): Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. *Diabetes Res Clin Pract* 75(1): 72-80
- Li R, Lu W, Jia J, Zhang S, Shi L, Li Y, Yang Q, Kan H (2008): Relationship between indices of obesity and its cardiovascular comorbidities in a Chinese population. *Circ J* 72(6): 973-978
- Narisawa S, Nakamura K, Kato K, Yamada K, Sasaki J, Yamamoto M (2008): Appropriate waist circumference cutoff values for persons with multiple cardiovascular risk factors in Japan: a large cross-sectional study. *J Epidemiol* 18(1): 37-42
- Nishimura R, Nakagami T, Tomiyama M, Yoshiike N, Tajima N (2007): Prevalence of metabolic syndrome and optimal waist circumference cut-off values in Japan. *Diabetes Res Clin Pract* 78(1): 77-84
- Oizumi T, Daimon M, Wada K, Jimbu Y, Kameda W, Susa S, Yamaguchi H, Ohnuma H, Kato T (2006): A proposal for the cutoff point of waist circumference for the diagnosis of metabolic syndrome in the Japanese population. *Circ J* 70(12): 1663
- Sato A, Asayama K, Ohkubo T, Kikuya M, Obara T, Metoki H, Inoue R, Hara A, Hoshi H, Hashimoto J, Totsune K, Satoh H, Oka Y, Imai Y (2008): Optimal cutoff point of waist circumference and use of home blood pressure as a definition of metabolic syndrome: the Ohasama study. *Am J Hypertens* 21(5): 514-520
- Tabata S, Yoshimitsu S, Hamachi T, Abe H, Ohnaka K, Kono S (2009): Waist circumference and insulin resistance: a cross-sectional study of Japanese men. *BMC Endocr Disord* 9:1
- WHO Expert Consultation (2004): Appropriate body mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 363(9403): 157-163
- WHO (1999): Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications, Report of a WHO Consultation
- Wildman RP, Gu D, Reynolds K, Duan X, He J (2004): Appropriate body mass index and waist circumference cutoffs for categorization of overweight and central adiposity among Chinese adults. *Am J Clin Nutr* 80(5): 1129-1136
- Zhou BF, Cooperative Meta-Analysis Group of the Working Group on Obesity in China (2002): Predictive values of body mass index and waist circumference for risk factors of certain related diseases in Chinese adults: study on optimal cut-off points of body mass index and waist circumference in Chinese adults. *Biomed Environ Sci* 15(1): 83-96