

복부비만이 제2형 당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 미치는 영향: 후향적 코호트 연구

류승호^{1),2)}, 백승호³⁾, 장유수²⁾, 김동일¹⁾, 서병성¹⁾, 김원술^{1),2)}, 성기철⁴⁾

성균관의대 강북삼성병원 산업의학과¹⁾, 종합진진센터²⁾, 순환기내과³⁾,
인제의대 서울백병원 가정의학과⁴⁾

Abdominal Obesity in Relation to the Incidence of Type 2 Diabetes Mellitus and Impaired Fasting Glucose among some Korean Adults: A Retrospective Cohort Study

SeungHo Ryu^{1,2}, Sung-Ho Beck³, Yoo Soo Chang², Dong-Il Kim¹,
Byung-Seong Suh¹, Woon Sool Kim^{1,2}, Ki Chul Sung⁴

Department of Occupational Medicine¹, Health Screening Center², Department of Internal Medicine³, Kangbuk Samsung Hospital & Sungkyunkwan University, School of Medicine, Department of Family medicine and health promotion, Seoul Paik Hospital, Inje University⁴

Objectives : This study was performed to determine whether an increase in abdominal obesity is an independent risk factor for impaired fasting glucose and type 2 DM.

Methods : Among 24,212 adults over 30 years who undertook comprehensive medical screening examinations from Jan to Dec 1999, in a university hospital in Seoul, a total of 11,183 subjects were selected who had no DM at baseline and who were followed up more than once by Dec 2002. The average follow up period was 2.4 (± 0.5) years. DM was defined as having a fasting glucose level ≥ 128 mg/dl, and impaired fasting glucose as showing a fasting glucose level between 110 and 125 mg/dl. Body weight, height and waist circumference (WC) were simultaneously measured with blood sampling. The relative risks (RRs) for DM and impaired fasting glucose by WC were calculated using Cox proportional hazard model. Age-adjusted rates were estimated by direct standardization using a reference population of 2000 from 30 to 80 years.

Results : The average age of the subjects was 41.7 (± 7.0) years; males 41.2 (± 6.5) and females 45.6 (± 9.2). RRs for type 2 DM by WC with the reference group of WC < 80cm were as follows: 2.66 (95%, CI 0.55~12.8) for WC of

80~89cm in men, 5.92 (95%, CI 1.08~32.3) for WC ≥ 90 cm in men, and 2.64 (95%, CI 0.23~29.8) for WC of 80~89cm in females. RRs for impaired fasting glucose by WC were 3.03 (95%, CI 2.18~4.22) for WC 80~89cm in men, 6.10 (95%, CI 4.25~8.75) for WC ≥ 90 cm in men, and 1.56 (95%, CI 0.43~5.67) for WC 80~89cm in women, and 8.08 (95%, CI 2.22~29.4) for WC ≥ 90 cm in females.

These results remained significant after adjustment for age, BMI and fasting glucose concentrations at baseline in both sexes. Annual increment of more than 1 cm in WC was associated with the development of DM and impaired fasting glucose independently of age, sex, BMI, or presence of abdominal obesity.

Conclusion : In Korean adults, abdominal obesity increased the risk for the development of type 2 diabetes and impaired fasting glucose. This result supports many other prospective studies suggesting abdominal obesity as a risk factor for type 2 diabetes.

J Prev Med Public Health 2004;37(4):359-365

Key Words: Abdominal obesity, Diabetes mellitus, Impaired fasting glucose, Retrospective cohort study

서론

비만은 체내에 지방이 과도하게 축적된 상태로 정의할 수 있는데 [1], 그 유병률은 전세계적으로 증가하는 추세이다 [2]. 비만이 건강에 미치는 영향은 심혈관 질환으로는 고혈압, 만성심질환, 뇌졸중 [3,4] 등의 발생 위험을 높이며, 그 외에도 당뇨병, 대장암 및 담낭질환 등의 발생 위험을

높인다 [5]. 이중 비만과 당뇨병의 관계는 지금까지 많은 연구결과를 통해 그것의 병인론적 관계성이 보고 되고 있는데, 특히 복부비만 일수록 당뇨병의 위험도가 높은 것으로 보고하고 있다 [6-9]. 그동안 서구에서의 연구들은 비만으로 인해 인슐린 저항성이 증가되고 이로 인한 공복시 고 인슐린혈증이 당뇨병 발병의 위험요인으로 지적하고 있다 [10-12]. 하지만 비만

과 당뇨병의 관계는 개발도상국이나 한국인에서는 발생기전을 달리 보고 있다. 즉 한국인의 제 2형 당뇨병은 비만형보다는 비 비만형이 다수이고 [13-15], 발병전후 상당한 체중 감소를 보이는 등 임상 양상이 서구와 상이하여 [16,17], 그 병인에 있어서도 상당한 차이가 있을 것으로 보고 있다. 한국에서는 인슐린 저항성보다는 인슐린 분비능이 낮다는 점이 당뇨병의

주 병인론으로 제기되고 있다. 비록 단면적 연구이기는 하지만 인슐린 감수성이 정상인 환자군이 존재한다는 보고와 제 2형 당뇨병환자와 내당능 장애자에서 있어서 경구당부하에 대한 초기 인슐린 분비능 저하가 관찰된다는 보고가 있다 [18,19]. 국내의 환자대조군 연구에 의하면 비만이나 공복 인슐린 농도가 한국인에서는 당뇨병의 발병 위험인자가 되지 않으며, 고 프로인슐린혈증으로 대변되는 췌장 베타세포의 장애가 당뇨병의 예측인자가 될 수 있다고 보고하고 있다 [20]. 이러한 결과는 제 2형 당뇨병의 병인이 인종에 따라 차이가 있음을 시사한다. 또한 인도인, 멕시코인, 백인 세 부류의 인종을 대상으로 비만과 당뇨병을 관계를 본 연구에 의하면 인도인, 멕시코인에서는 허리둔부비에 따라 당뇨병의 위험도가 의미 있게 증가한 반면, 백인에서는 영향을 주지 못했다 [21]. 이러한 결과는 비만과 당뇨병의 관계성은 인종적인 차이점이 있음을 보여준다. 이처럼 당뇨병의 발병기전은 인종간의 차이가 있고, 비만과 당뇨병의 관계 또한 인종적인 차이가 있기 때문에 한국인에서도 비만 특히 복부비만이 당뇨병 발생에 영향을 주는 지에 대한 의문을 제기 할 수 있다. 따라서 본 연구는 코호트 연구를 통해 복부비만이 독립적으로 당뇨병 및 당뇨병의 전상태인 공복혈당장애 발생에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상 및 방법

본 연구에서는 복부비만과 공복혈당장애 및 당뇨병의 관련성을 규명하고자 후향적 코호트 연구(retrospective cohort study)를 수행하였다. 본 연구 대상자를 선정하기 위하여 1999년 1월부터 12월까지 모 대학병원에서 종합건강진단을 받은 24,212명의 과거 의무기록지를 검토하였다. 이들중 최소한 당뇨약 복용력이 없고 당뇨병에 이환된 적이 없는 30세 이상 성인을 대상으로 하였다. 그리고 연구시작 시점에 당뇨병이 있는 사람이 포함될 가능성을 배제하기 위하여 1999년의 혈액검사상

Table 1. Distribution of total subjects by age and sex person (%)

Age	Male*	Female**	Total†
30-39	4,544 (45.8)	380 (30.3)	4,924 (44.0)
40-49	4,455 (44.9)	515 (41.0)	4,970 (44.4)
50-59	670 (6.7)	241 (19.2)	911 (8.1)
60≤	258 (2.6)	120 (9.5)	378 (3.4)
Total	9,927 (100.0)	1,256 (100.0)	11,183 (100.0)

* mean age ± SD=41.2 ± 6.5,
 ** mean age ± SD=45.6 ± 9.2,
 † mean age ± SD=41.7 ± 7.0

Table 2. Clinical and laboratory findings in subjects according to waist circumference mean ± SD

	Waist circumference			p-value*
	<80cm	80-89cm	90cm≤	
Male				
Number	3,584	4,574	1,144	
Age(years)	39.8 ± 5.9	41.6 ± 6.5	42.8 ± 7.6	<0.001
Glucose(mg/dl)	84.8 ± 8.8	86.9 ± 9.3	88.6 ± 9.6	<0.001
Uric acid(mg/dl)	5.8 ± 1.1	6.1 ± 1.2	6.4 ± 1.3	<0.001
T-cholesterol(mg/dl)	182.3 ± 31.7	197.7 ± 33.3	205.8 ± 35.2	<0.001
Triglyceride(mg/dl)	103.2 ± 57.4	148.0 ± 91.3	179.0 ± 115.3	<0.001
HDL(mg/dl)	50.9 ± 10.6	45.9 ± 9.6	44.1 ± 8.8	<0.001
LDL(mg/dl)	110.3 ± 26.9	123.3 ± 28.9	128.8 ± 31.0	<0.001
BMI(Kg/m ²)	21.4 ± 1.8	24.6 ± 1.7	27.7 ± 2.2	<0.001
SBP(mmHg)	117.1 ± 10.9	121.6 ± 12.4	125.9 ± 13.9	<0.001
DBP(mmHg)	77.5 ± 7.8	80.9 ± 8.9	84.2 ± 10.1	<0.001
Female				
Number	619	127	27	
Age(years)	43.7 ± 9.3	52.0 ± 10.4	58.1 ± 9.9	<0.001
Glucose(mg/dl)	87.0 ± 8.2	90.1 ± 8.6	93.7 ± 8.2	<0.001
Uric acid(mg/dl)	4.1 ± 0.8	4.4 ± 1.2	4.5 ± 1.0	<0.001
T-cholesterol(mg/dl)	190.0 ± 32.7	204.1 ± 32.3	201.2 ± 33.6	<0.001
Triglyceride(mg/dl)	87.3 ± 65.3	129.7 ± 66.2	127.6 ± 59.9	<0.001
HDL(mg/dl)	59.8 ± 14.1	51.8 ± 13.8	48.0 ± 8.5	<0.001
LDL(mg/dl)	110.4 ± 27.4	126.2 ± 26.5	129.7 ± 31.9	<0.001
BMI(Kg/m ²)	22.0 ± 8.6	25.9 ± 2.3	29.4 ± 3.7	<0.001
SBP(mmHg)	115.0 ± 11.7	127.4 ± 16.8	143.7 ± 26.0	<0.001
DBP(mmHg)	75.2 ± 7.9	83.3 ± 10.5	90.0 ± 12.4	<0.001

HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein; BMI = body mass index(kg/m²); SBP = systolic blood pressure(mmHg); DBP = diastolic blood pressure(mmHg);
 * by Analysis of variance

당화 혈색소가 6.0%이상인 경우와 공복시 혈당이 110 mg/dl 이상이 경우를 제외하였다. 위의 조건에 합당한 사람은 30세 이상 성인 21,981명이었고, 이들의 72.2% (15,875명)가 단체 수진자였고 27.8%(6,106명)가 개인 수진자였다. 이들을 대상으로 2002년 12월까지 추적 관찰된 자료를 분석하였다. 이들의 1년 추적률은 12.7%, 2년 누적추적률은 47.1%, 3년 누적추적률은 50.3%이었고, 3년 동안 1회 이상 추적 가능했던 11,183명을 최종 연구대상으로 하였다. 평균 추적기간은 2.4(+0.5)년이었다.

본 연구에서는 당뇨병 진단을 공복혈당만으로 진단하였는데, 공복시 혈당이 126 mg/dl이상인 경우를 당뇨병으로, 공복시 혈당이 110~125 mg/dl을 공복혈당장애(impaired fasting glucose)로 정의하였다. 또한 공복혈당장애와 당뇨병을 포함한, 공

복혈당이 110 mg/dl 이상을 임의로 혈당장애라 정의하였다. 당뇨병은 만성질환이기 때문에 일단 대상자가 당뇨병기준에 합당하면 추적기간 이후도 당뇨병이 있다고 가정하였다.

혈액은 12시간 이상 공복 후 채혈하였으며, 혈당농도, 혈중 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방, 요산 등은 Hitachi 747 자동분석기를 이용하여 측정하였다. 허리 둘레는 세계보건기구(WHO)권고 [22] 안에 따라 직립자세에서 최하위 늑골하부와 골반 장골골과의 중간부위 또는 가장 가는 부위를 압박하지 않은 상태로 측정하였고, 남녀에 상관없이 측정된 허리둘레에 따라 80 cm미만군, 80-89 cm, 90 cm 이상으로 분류하여 분석하였다. 또한 추적기간동안 허리둘레의 변화(Δwaist circumference)를 [마지막 허리

둘레(cm)-'99년 허리둘레(cm)/추적기간(years)의 공식을 이용하여 계산하였고 4분위(Quartile)로 분류하여 분석하였다. 체질량지수(BMI)는 검진용 가운만 입은 상태에서 자동측정기로 신장, 체중을 재어서 체중(Kg)/[신장(m)의 제곱]의 공식을 이용하여 계산하였다. 그리고 혈액검사와 신체계측은 모두 동시에 이루어졌다.

2. 자료 분석

당뇨병 발생률은 10세 간격으로 연령군을 나누고 추적 관찰한 인·년(person-year)을 분모로 하고 이들에게서 발생한 당뇨병 환자수를 분자로 하여 연간 당뇨병 발생률을 산출하였다. 관찰기간은 연구시작 시점에서 마지막 추적 가능한 시점까지로 계산되었고, 당뇨병 또는 공복혈당장애가 발생한 경우는 그 해 검진 시점까지로 계산되었다. 그리고 복부비만과 당뇨병의 관련성을 보기 위하여 허리둘레의 범주 수준별 발생률을 서로 비교하여, 가장 낮은 수준에서 발생 수준에 비해 각 상위 집단의 발생수준을 비교하여 상대위험도(RR)를 계산하였고, 그 통계적 유의성을 95% 신뢰구간(95% confidence interval)을 구하여 검증하였다. 허리둘레에 따른 공복혈당장애 및 당뇨병의 위험도는 Cox proportional hazard model을 이용하였는데, 각 추적관찰 기간을 시간변수로, 공복혈당장애 및 당뇨병 발생을 사건으로 정의하였으며, 나이, 성, 체질량지수, 연구시점 시 공복혈당 등 기본적인 변수를 보정한 후 추적기간에 따라 위험도를 평가하였다. 연령표준화는 2000년 30세이상 80세미만 우리나라 인구를 표준인구로 하여 직접표준화 방법을 사용하였다. 통계프로그램은 SPSS 10.0 및 Epiinfo 2000을 이용하였다.

연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

연구대상자의 88%가 30-40대로 평균연령은 41.7(+7.0)세였고, 남자의 평균연령은 41.2(+6.5)세, 여자는 45.6(+9.2)세였다(Table 1). 연구시작시점의 기본특성은 남녀 모두 공복시 혈당이 110 mg/dl 이상인 사

Table 3. Comparison between follow-up and withdrawn cases mean + S.D

	Follow-up(N=11,183)	Withdrawn(N=10,798)	p-value*
Age(years)	41.7 ± 7.0	46.0 ± 10.0	<0.001
Fasting glucose(mg/dl)	86.5 ± 9.2	88.3 ± 9.4	<0.001
Uric acid(mg/dl)	5.8 ± 1.3	5.4 ± 1.4	<0.001
T-cholesterol (mg/dl)	192.9 ± 33.9	196.2 ± 35.0	<0.001
Triglyceride(mg/dl)	129.9 ± 85.9	127.7 ± 88.0	0.055
HDL(mg/dl)	48.8 ± 11.2	51.3 ± 12.5	<0.001
LDL(mg/dl)	118.5 ± 29.2	119.2 ± 30.9	0.112
BMI(Kg/m ²)	23.7 ± 3.4	23.6 ± 2.9	0.198
WC(cm)	80.5 ± 7.7	79.8 ± 8.6	<0.001
SBP(mmHg)	120.2 ± 15.2	121.9 ± 21.6	<0.001
DBP(mmHg)	79.7 ± 9.0	80.3 ± 9.6	<0.001

HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein; BMI = body mass index(kg/m²); WC = waist circumference(cm); SBP = systolic blood pressure(mmHg); DBP = diastolic blood pressure(mmHg); *by Student t-test

Table 4. Incidence density of diabetes mellitus and impaired fasting glucose by age and sex

Age	Male	Female	Total
Diabetes Mellitus			
30-39	0.10 (0.07~ 0.50)	0	0.09 (0.07-0.47)
40-49	0.86 (0.48~ 1.62)	0.98 (0.73~5.02)	0.88 (0.49~1.59)
50-59	0.58 (0.43~ 2.97)	1.88 (1.39~ 9.6)	0.89 (0.44~3.05)
60≤	3.32 (1.64~11.38)	3.97 (2.93~20.3)	3.51 (1.45~8.82)
Total ID*	0.57 (0.34~ 0.96)	1.10 (0.51~3.11)	0.62 (0.39~1.01)
Age-adjusted ID	0.95 (0.55~ 1.36)	1.46 (0.65~3.58)	1.12 (0.66~1.58)
Age · Sex-adjusted ID			1.21 (0.11~2.32)
Impaired fasting glucose			
30-39	8.0 (63~ 9.7)	2.5 (0.3~ 8.9)	7.6 (6.0~ 9.2)
40-49	17.3 (14.8~19.8)	3.0 (0.7~ 8.6)	16.0 (13.7~18.4)
50-59	18.8 (12.3~25.4)	15.2 (6.7~29.7)	18.0 (12.4~23.5)
60≤	28.9 (15.9~41.9)	10.7 (2.5~31.0)	23.4 (13.6~33.2)
Total ID	13.6 (12.1~15.1)	6.1 (3.5~ 9.9)	12.8 (11.4~14.2)
Age-adjusted ID	16.2 (15.1~17.4)	6.7 (5.1~ 8.2)	14.9 (13.9~15.9)
Age · Sex-adjusted ID			11.3 (10.3~12.3)

Unit: incidence density per 10³ person-year at risk(95% CI)
*ID: incidence density

람을 제외하였음에도 허리둘레가 클수록 공복시 혈당이 유의하게 높았다. 그 외 요산, 총콜레스테롤, 중성지방, LDL, BMI, 수축기혈압, 이완기혈압 등도 허리둘레가 클수록 유의하게 높았고, HDL은 유의하게 낮았다(Table 2). 그러나 이러한 변수들 차이는 나이에 의한 영향으로 차이가 생길 수 있기 때문에 나이를 보정한 후 그룹간의 비교를 하였으나 거의 변화가 없었다.

또한 추적된 사람과 추적되지 않은 사람들의 연구시작 시점 특성을 비교한 결과 나이가 젊은 사람들이 주로 추적되었다. 두 군간의 중성지방, LDL콜레스테롤, 체질량지수는 유의한 차이가 없었고, 혈당, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 수축기혈압, 이완기혈압 등의 변수들은 추적된 사람에서 유의하게 낮았다 (p<0.05)(Table 3).

2. 성·연령별 당뇨병 및 공복혈당장애 평균발생률

본 연구대상자의 당뇨병의 평균 발생률은 103 인·년당 0.62 (95%, CI=0.39~1.01) 이었고, 남녀간의 평균 발생률의 차이는 없었다 (p>0.05). 연령 및 성을 보정한 평균 발생률은 103 인·년당 1.21 (95%, CI=0.11~2.32) 이었다. 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 평균발생률이 유의하게 증가하였다 (p<0.05). 특히 40대와 60대에서 증가폭이 컸다 (Table 4). 공복혈당장애의 평균 발생률은 103 인·년당 12.8 (95%, CI=11.4~14.2) 이었고, 남녀간의 평균 발생률은 유의한 차이를 보였다 (p<0.05). 연령 및 성을 보정한 평균발생률은 103 인·년당 11.3 (95%, CI=10.3~12.3) 이었다. 당뇨병과 마찬가지로 연령이 증가함에 따라 공복혈당장애 발생률이 유의하게 증가하였다 (p<0.05)(Table 4).

3. 허리둘레에 따른 당뇨병 및 공복혈당장애 발생위험도

Table 5. Incidence density of diabetes mellitus according to waist circumference

	Person	Person-years	No. of cases	Cumulative incidence*	Incidence density***	Relative Risk
Male						
<80cm	3,757	8,632.0	2	0.53 (0.14~1.94)	0.23 (0.03~0.74)	1
80~89cm	4,928	11,334.4	7	1.42 (0.69~2.93)	0.62 (0.26~1.27)	2.66 (0.55~12.8)
90cm≤	1,216	2,914.6	4	3.29 (1.28~8.43)	1.37 (0.40~3.50)	5.92 (1.08~32.3)
Total ID†	9,901	22,967.6	13	1.31 (0.77~2.25)	0.57 (0.34~0.96)	
Female						
<80cm	1,051	2,179.6	2	1.90 (0.52~6.91)	0.92 (0.11~3.32)	1
80~89cm	181	413.0	1	5.52 (0.97~30.6)	2.42 (0.07~13.5)	-
90cm≤	34	80.5	0	-	-	-
Total ID	1,266	2,717.0	3	2.37 (0.81~6.94)	1.10 (0.51~3.11)	

*unit: per 1000 person(95% CI)

** unit: per 10⁶ person-year at risk(95% CI)

† ID: incidence density

Table 6. Incidence density of impaired fasting glucose according to waist circumference

	Person	Person-years	No. of cases	Cumulative incidence*	Incidence density***	Relative Risk
Male						
<80cm	3,757	8,596.6	44	11.7 (8.7~15.7)	5.1 (3.61~6.63)	1
80~89cm	4,928	11,270.2	175	35.5 (30.7~41.0)	15.5 (13.2~17.8)	3.03 (2.18~4.22)
90cm≤	1,216	2,882.4	90	74.0 (60.6~90.1)	31.2 (24.8~37.7)	6.10 (4.25~8.75)
Total ID†	9,901	22,749.2	309	31.2 (28.0~34.8)	13.7 (12.1~15.1)	
Female						
<80cm	1,051	2,105.8	10	9.5 (5.2~ 17.4)	4.7 (2.28~8.73)	1
80~89cm	181	405.6	3	16.6 (5.7~ 47.6)	7.4 (1.73~21.5)	1.56 (0.43~5.67)
90cm≤	34	78.2	3	88.2(30.5~229.6)	38.4 (8.95~111)	8.08 (2.22~29.4)
Total ID	1,266	2,589.7	16	12.6 (7.8~ 20.4)	6.2 (4.79~11.8)	

*unit: per 1000 person(95% CI)

** unit: per 10⁶ person-year at risk(95% CI)

† ID: incidence density

허리둘레에 따른 당뇨병 발생률을 남녀 각각 분석하였다. 남자의 경우, 허리둘레에 따른 당뇨병 발생률은 허리둘레가 80 cm 미만에서 103 인 · 년당 0.23 (95%, CI=0.03~0.74), 80~89 cm 군에서 103 인 · 년당 0.62 (95%, CI=0.26~1.27), 90 cm 이상 군에서 103 인 · 년당 1.37 (95%, CI=0.40~3.50)으로 허리둘레가 증가함에 따라 당뇨병 발생률이 증가하였다. 상대위험도는 80 cm 미만에 비해 80~89 cm는 2.66 (95%, CI=0.55~12.8), 90 cm 이상은 5.92 (95%, CI=1.08~32.3)로, 남자에서는 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 90 cm 이상 군이 유의하게 당뇨병 발생에 영향을 주었다. 여자에서는 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 80~89 cm 군이 당뇨병의 상대위험도가 2.64 (95%, CI=0.23~29.8)였지만 통계적으로는 유의하지 않아 여자에서는 허리둘레가 당뇨병 발생에 영향을 주지 못하였다 (Table 5).

공복혈당장애 발생률도 당뇨병과 마찬가지로 남녀 모두 허리둘레가 증가함에 따라 발생률이 증가하였다. 남자의 경우 상대위험도는 80 cm 미만에 비해 80~89 cm

은 3.03 (95%, CI=2.18~4.22), 90 cm 이상은 6.10 (95%, CI=4.25~8.75)로, 허리둘레에 따라 유의하게 공복혈당장애 발생에 영향을 주었고, 여자에서는 상대위험도가 80 cm 미만에 비해 80~89 cm는 1.56 (95%, CI=0.43~5.67), 90 cm 이상은 8.08 (95%, CI=2.22~29.4)로 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 90 cm 이상 군이 유의하게 공복혈당장애 발생에 영향을 주었다 (Table 6).

4. 복부 비만, 공복혈당장애 및 당뇨병의 관계

당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 영향을 줄 수 있는 나이, 성, 체질량지수, 연구시점 시 공복혈당 등이 연구시작시점부터 허리둘레에 따라 차이가 있었기 때문에 이러한 혼란변수들을 보정한 후에도 복부비만이 독립적으로 혈당장애에 영향을 미치는지를 보기 위하여 Cox regression analysis를 하였다. 각 추적관찰 기간을 시간변수로, 공복혈당장애 및 당뇨병 발생을 사건으로 정의하였고, 남녀 각각 분석을 하였다. 남자의 경우는 혈당에 영향을 미칠 수 있는

혼란변수를 보정 후에도 허리둘레가 80~89 cm 및 90 cm 이상인 군이 80 cm 미만인 군에 비해 유의하게 혈당장애에 영향을 주었다. 여자의 경우는 허리둘레가 80~89 cm 군이 80 cm 미만인 군에 비해 혈당장애에 영향을 주지 못한 반면 허리둘레가 90 cm 이상인 군이 80 cm 미만인 군에 비해 유의하게 혈당장애에 영향을 주었다. 또한 추적기간동안 허리둘레의 변화가 독립적으로 혈당장애에 영향을 주는지를 보기 위하여 허리둘레 변화량 (Δ waist circumference)를 추가 조사하였다. 분석시에는 남녀 모두 나이, 체질량지수, 연구시점 시 공복혈당 및 연구시점 시 허리둘레를 보정하였다. 남녀 각각 연간 -1~0.9 cm 허리둘레 변화를 기준으로 그 이하 또는 그 이상의 허리둘레 변화를 비교하였다. 남녀 모두 연간 -1~0.9 cm 변화에 비해 연간 1 cm 이상 허리둘레 감소는 혈당장애 발생에 유의한 영향을 주지 못한 반면, 1~1.9 cm, 2 cm 이상 허리둘레 증가는 혈당장애에 유의한 영향을 주었다 (Table 7).

고 찰

1997년 미국 당뇨병학회에서는 당뇨병 기준을 공복혈당 140 mg/dl 이상에서 126 mg/dl 이상으로 낮추면서, 정상과 당뇨병 사이의 공복혈당이 범위인 110 mg/dl 이상 125 mg/dl 을 공복혈당장애로 정의하였고 [23], 1999년 세계보건기구(WHO)에서도 이러한 당뇨병 및 공복혈당장애 기준을 채택하였다 [24]. 2003년 11월 미국 당뇨병학회에서는 또다시 공복혈당장애의 범위를 100~125 mg/dl로 낮추어야 한다고 문제를 제기하였다 [25]. 그러나 본 연구에서는 WHO에서 아직 이 기준을 채택을 하고 있다는 점과 새로운 공복혈당장애 기준에 따른 당뇨병 및 심혈관 질환 위험에 대한 연구들이 충분하지 않다는 점에서 새로운 기준을 사용하지 않고, 공복혈당이 110~125 mg/dl 을 공복혈당장애로 정의하였다. 본 연구에서 복부 비만으로 인한 영향을 파악하는데 있어 당뇨병에만 국한하지 않고 당뇨병의 전단계인 공복혈당장애까지 함께 조사를 한 이유는 공복혈당

Table 7. Hazard ratio for the risk of diabetes and impaired fasting glucose

		Number	Regression coefficient	Hazard ratio	95%CI*	p-value**
Male						
Waist circumference	<80cm	3,584		1		
	80-89cm	4,574	0.631	1.879	(1.295~2.728)	0.001
	90cm≤	1,144	0.699	2.012	(1.187~3.412)	0.009
Δwaist circumference †	-1~0.9cm	4,111		1		
	<1cm	1,348	-0.336	0.834	(0.577~1.205)	0.333
	1~1.9cm	1,999	0.307	1.359	(1.040~1.776)	0.024
	2cm≤	2,359	0.622	1.849	(1.298~2.635)	0.001
Female						
Waist circumference	<80cm	619		1		
	80-89cm	127	1.599	1.958	(0.559~ 6.862)	0.293
	90cm≤	27	3.243	5.9548	(1.307~27.115)	0.021
Δwaist circumference	-1~0.9cm	368		1		
	<1cm	188	-0.493	0.309	(0.048~ 1.993)	0.217
	1~1.9cm	121	0.878	3.406	(1.177~10.031)	0.048
	2cm≤	69	2.186	8.898	(2.545~31.106)	0.001

*95%CI: 95% confidence interval

** by Cox regression analysis: Age, Baseline BMI, Baseline glucose-adjust

† Δwaist circumference=(last waist circumference - baseline waist circumference)/ follow-up period(year)

장애를 내당능 장애(impaired glucose tolerance)와 함께 제 2형 당뇨병 전단계로 보고 있으며 [23], 여러 연구에서 공복혈당 장애시 심혈관 질환의 위험이 증가함을 보고하고 있기 때문이다 [26-28]. 또한 타이완에서의 3년간 추적연구에 의하면 공복혈당장애가 있는 사람이 정상혈당을 갖는 사람에 비해 당뇨병 위험도가 4.4배 (95% CI=1.9~10.6) 높은 것으로 보고하였다 [29].

비만은 여러 만성질환 발생의 위험요인이며, 제 2형 당뇨병의 위험을 증가시킨다고 알려져 있다. 특히 복부비만은 인슐린 저항성과 고인슐린혈증의 중요한 위험요인으로 알려져 있는데, 복부비만이 있을 때 인슐린 저항성과 고인슐린 혈증이 발생하는 기전은 복부 내장의 지방조직이 말초의 지방조직보다 인슐린의 작용에 저항하기 때문인 것으로 생각되고 있다 [30-32]. 복부비만의 지표로서 각종 지표가 다수 제시되고 있는데, 최근에는 허리둔부비보다는 허리둘레가 내장비만을 더 잘 반영한다고 하며 [33,34], 최근 미국에서 개정된 제3차 콜레스테롤 관리지침(NCEP ATP III)에서도 복부비만의 기준을 허리둘레로 제시하고 있다 [35]. 서양인의 경우, 남자는 허리둘레가 102 cm 이상, 여자는 88 cm 이상을 복부비만으로 정의하고 있으나 [36] 동양인의 경우는 WHO 아시아 태평양지역의 권고에 따라 남자는 허리둘레가 90 cm 이상, 여자는 80 cm 이상을 복부

비만으로 정의하고 있다 [37]. 1997년 WHO에서는 비만관련질환의 위험이 증가되는 기준점을 남자는 94 cm 이상, 여자는 80 cm 이상으로 제시하고 있으나 허리둘레는 인종별, 성별, 연령별 차이가 있고, 국내에서도 여러 연구자마다 질병 위험이 증가되는 기준점 (cut-off point)들을 달리 제시하고 있어 [38,39], 본 연구에서는 복부비만을 남녀별로 정의하지 않고 남녀 모두 허리둘레를 기준으로 80 cm 미만, 80-89 cm 군, 90 cm 이상 세 군으로 분류하여 분석을 하였다.

본 연구에서 허리둘레에 따른 당뇨병 발생률은 남녀 각각 분석을 하였는데, 남자에서는 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 90 cm 이상 군이 유의하게 당뇨병 발생에 영향을 준 반면, 여자에서는 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 80-89 cm 군이 당뇨병 발생에 영향을 주지 못하였다. 허리둘레가 90 cm 이상에서 당뇨병 발생자가 없었는데 이는 대상자가 작기 때문으로 볼 수 있다. 또한 허리둘레에 따른 공복혈당장애 발생률은 남자의 경우 80 cm 미만에 비해 80-89 cm과 90 cm 이상 군에서 유의하게 공복혈당장애 발생에 영향을 주었고, 여자에서는 80 cm 미만에 비해 90 cm 이상 군에서만 유의하게 공복혈당장애 발생에 영향을 주었다. 이러한 결과는 나이, 연구시작 시점의 체질량지수와 공복혈당 변수를 보정한 후에도 남녀 모두 단변량 분석결과와 유사하였다. 따라서 당뇨병 발생만을 기준

으로 한다면 남자의 경우 현재의 복부비만의 기준인 90 cm 이상에서 위험도가 증가하지만 당뇨병의 전단계인 공복혈당장애를 함께 고려한다면 정상 범위인 80-89 cm 이상의 허리둘레에서도 혈당장애에 영향을 미칠 수 있음을 보여준 결과라고 할 수 있다. 여자의 경우는 현재의 복부비만의 기준인 80 cm 이상의 허리둘레는 당뇨병 발생에 영향을 주지 못한 반면 허리둘레가 90 cm 이상이 되면 공복혈당장애에 영향을 주는 것으로 볼 수 있다. 이러한 결과들은 여러 전향적 연구에서 복부비만일수록 2형 당뇨병 발생의 위험도가 커졌던 기존연구 결과들을 지지하는 결과라 할 수 있다 [6,8,9,40,41]. 더욱이 추적기간 동안 남녀 모두 연간 -1~0.9 cm 허리둘레 변화에 비해 1~1.9 cm, 2 cm 이상 허리둘레 증가는 나이, 체질량지수, 복부비만과 독립적으로 혈당장애에 유의한 영향을 주었다. 이러한 결과는 복부비만 뿐만 아니라 복부비만이 없더라도 연간 1 cm 이상의 허리둘레 증가는 당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 영향을 준다고 할 수 있다.

본 연구대상자의 당뇨병 평균 발생률은 103 인 · 년당 0.62 (95%, CI=0.39~1.01) 이었고, 연령 및 성을 보정후 평균발생률은 103 인/년당 1.21 (95%, CI=0.39~1.01) 이었다. 그러나 이러한 결과는 건강검진을 받은 수검자를 대상으로 한 자료이고 당뇨병 진단을 공복혈당만으로 진단하였기 때문에, 본 연구의 당뇨병 발생률 결과를 일반 인구집단에 그대로 적용하는 것은 무리가 있다. 국내 일반인구 집단의 당뇨병 평균발생률은 1993년에서 1996년까지 서울 남성 40세 이상 13,983명을 대상으로 한 전향적 연구에서 당뇨병 기준을 공복혈당이 140 mg/dl 이상으로 하였음에도 103 인 · 년당 5.01로 보고 하고 있어[42], 본 연구대상자의 당뇨병 평균발생률은 일반지역 사회주민보다는 훨씬 낮은 결과였다.

본 연구결과는 추적되지 않은 사람들에게 비해 추적된 사람들이 좀더 젊고 위험요인이 상대적으로 적은 사람들이라는 점과 추적된 연구대상자의 88.4%가 30-40대이고, 건강검진 수검자를 대상으로 하였기 때문에 일반인구집단보다 당뇨병 발생률

이 낮다는 점에서, 복부비만에 의한 당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 미치는 영향은 연령을 보정하였다고 하더라도 저평가될 가능성이 충분히 있다는 점을 고려하여 결과를 해석하는 것이 필요하다.

본 연구의 제한점은 일정 기간을 두고 종합검진을 받은 수검자를 대상으로 하였기 때문에 당뇨병 및 공복혈당장애 발생자가 실제 발생보다 늦은 시기에 측정을 한 것으로, 질병 발생자의 추적기간이 질병 발생 시점까지 정확히 추적한 것으로 볼 수 없고, 계산된 발생률은 저 평가될 가능성이 있다. 또한 당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 영향을 줄 수 있는 식이습관, 운동, 흡연, 가족력 등의 변수를 고려하지 못한 점이 제한점이라 할 수 있다.

그러나 이러한 제한점에도 불구하고 이번 연구는 국내에서 복부비만이 당뇨병 및 당뇨병의 전단계인 공복혈당장애 발생의 위험인자임을 밝히는 국내 첫 코호트 연구라는데 의의가 있다. 또한 동양인 특히 한국인의 복부비만 기준을 재정립하기 위한 기초자료를 제공하였다고 할 수 있다.

요약 및 결론

이 연구는 후향적 코호트 연구를 통해 복부비만이 독립적으로 당뇨병 및 당뇨병의 전단계인 공복혈당장애 발생에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

연구의 대상은 1999년 1월부터 12월까지 모 대학병원에서 종합건강진단을 받은 24,212명 중 최소한 당뇨약 복용력이 없고 당뇨병에 이환된 적이 없는 30세 이상 성인을 대상으로 2002년 12월까지 추적 관찰된 자료를 분석하였다. 이들 중 3년 동안 1회 이상 추적 가능했던 11,183명을 최종 연구 대상으로 하였다. 평균 추적기간은 2.4(+0.5)년이었다.

허리둘레에 따른 당뇨병 발생률은 남자의 경우, 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 90 cm 이상 군이 유의하게 당뇨병 발생에 영향을 준 반면, 여자에서는 허리둘레가 80 cm 미만에 비해 80-89 cm 군이 당뇨병 발생에 영향을 주지 못하였다. 허리둘레에 따른 공복혈당장애 발생률은 남자의 경우

80 cm 미만에 비해 80-89 cm과 90 cm 이상 군에서 유의하게 공복혈당장애 발생에 영향을 주었고, 여자에서는 80 cm 미만에 비해 90 cm 이상 군에서만 유의하게 공복혈당장애 발생에 영향을 주었다. 이러한 결과는 나이, 연구시작 시점의 체질량지수와 공복혈당 변수를 보정한 후에도 남녀 모두 단변량 분석결과와 유사하였다. 또한 연구시작 시점의 체질량지수, 공복혈당 및 허리둘레, 나이, 성과 독립적으로 연간 1 cm 이상의 허리둘레 증가는 당뇨병 및 공복혈당장애 발생에 영향을 주었다.

결론적으로, 한국인에서도 허리둘레가 증가함에 따라 즉 복부비만 일수록 공복혈당장애를 포함한 당뇨병의 위험도는 증가한다고 할 수 있고, 이러한 결과들은 서구에서 복부비만 일수록 2형 당뇨병 발생의 위험도가 커졌던 기존연구 결과들을 지지하는 결과라 할 수 있다.

참고 문헌

1. Popkin BM, Drewnoski A. Dietary fats and the nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutr Rev* 1997; 5: 31-43
2. 대한 일차의료학회 비만연구회. 대한 일차 의료의를 위한 비만학 이론과 실제. 한국 의학; 1996; (35~54쪽)
3. Rissanen A, Heliovaara M, Knekt P, Reunanen A, Aromaa A, Maatela J. Risk of disability and mortality due to overweight in a Finnish population. *BMJ* 1990; 301(6756): 835-837
4. MacMahon S, Peto R, Cutler J, Collins R, Sorlie P, Neaton J, Abbott R, Godwin J, Dyer A, Stamler J. Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure: prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. *Lancet* 1990; 335(8692): 765-774
5. 대한비만학회. 임상비만학. 고려의학; 1995; (254-258쪽)
6. Wei M, Gaskill SP, Haffner SM, Stern MP. Waist circumference as the best predictor of noninsulin dependent diabetes mellitus (NIDDM) compared to body mass index, waist/hip ratio and other anthropometric measurements in Mexican Americans—a 7-year prospective study. *Obes Res* 1997; 5(1): 16-23
7. Dowse GK, Zimmet PZ, Gareeboo H, George K, Alberti MM, Tuomilehto J, Finch CF, Chitson P, Tulsidas H. Abdominal obesity and physical inactivity as risk factors for NIDDM

and impaired glucose tolerance in Indian, Creole, and Chinese Mauritians. *Diabetes Care* 1991; 14(4): 271-282

8. Cassano PA, Rosner B, Vokonas PS, Weiss ST. Obesity and body fat distribution in relation to the incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. A prospective cohort study of men in the normative aging study. *Am J Epidemiol* 1992; 136(12): 1474-1486
9. Carey VJ, Walters EE, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, Rosner BA, Speizer FE, Manson JE. Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. The Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol* 1997; 145(7): 614-619
10. Warram JH, Martin BC, Krolewski AS, Soeldner JS, Kahn CR. Warram JH, Martin BC, Krolewski AS, Soeldner JS, Kahn CR. *Ann Intern Med* 1990; 113(12): 909-915
11. Saad MF, Knowler WC, Pettitt DJ, Nelson RG, Charles MA, Bennett PH. A two-step model for development of non-insulin-dependent diabetes. *Am J Med* 1991; 90(2): 229-235
12. Martin BC, Warram JH, Krolewski AS, Bergman RN, Soeldner JS, Kahn CR. Role of glucose and insulin resistance in development of type 2 diabetes mellitus: results of a 25-year follow-up study. *Lancet* 1992; 340 (8825): 925-929
13. Song TH, Choi BR, Tak SM, Kang JW, Kim CE, Moon HC, Woo JT, Kim EJ. Retrospective study of body weight in Korean diabetic patients. *J Korean Diabetes Assoc* 1990; 14: 229-233 (Korean)
14. Cho JK, Kim HM, Lim SK, Hong Y, Lee HC, Huh KB. A study of body weight change in non-insulin dependent diabetic patients. *J Korean Diabetes Assoc* 1986; 10: 89-93 (Korean)
15. Lee KW, Son HY, Kang SK, Bang BK, Park DH, Min BS. Epidemiological study of diseases related to diabetes in 18201 Koreans. *J Korean Diabetes Assoc* 1984; 8: 5-14 (Korean)
16. Huh KB, Kim HM, Lim SK, Lee EJ, Kim DY, Kim KR, Lee HC, Kim DH. A typical diabetes in Koreans. *Kor J Int Med* 1987; 33(6): 762-770 (Korean)
17. Park SW, Yun YS, Song YD, Lee HC, Huh KB. Pathogenetic heterogeneity of type 2 diabetes mellitus in Korea. *J Korean Diabetes Assoc*. 1999; 23(1): 62-69 (Korean)
18. Kim HK, Park KS, Shin CS, Kim SY, Cho BY, Lee HK, Koh CS, Oh TG. Measurement of insulin sensitivity in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Korean Diabetes Assoc* 1995(19): 374-383 *J Korean Diabetes Assoc* 1998; 22: 192-198 (Korean)

19. Kim YI, Choi CS, Kim SW, Kim HK, Kim CH, Park JY, Hong SK, Lee KU. Changes in serum true insulin and C-peptide levels during oral glucose tolerance test in Koreans with glucose intolerance. *J Korean Diabetes Assoc* 1998; 22: 192-198 (Korean)
20. Shin CS, Lee HK, Koh CS, Kim YI, Shin YS, Yoo KY, Paik HY, Park YS, Yang BG. Risk factors for the development of NIDDM in Yonchon County, Korea. *Diabetes Care* 1997 Dec; 20(12): 1842-1846
21. Ramachandran A, Snehalatha C, Viswanathan V, Viswanathan M, Haffner SM. Risk of noninsulin dependent diabetes mellitus conferred by obesity and central adiposity in different ethnic groups: a comparative analysis between Asian Indians, Mexican Americans and Whites. *Diabetes Res Clin Pract* 1997; 36(2): 121-125
22. World Health Organization. Measuring obesity: classification and description of anthropometric data. Copenhagen: WHO, 1989
23. Expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997; 20: 1183-1197
24. World Health Organization: Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications; report of a WHO consultation. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: WHO, 1999
25. Expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003; 26(11): 3160-3167
26. Fuller JH, Shipley MJ, Rose G, Jarrett RJ, Keen H. Coronary-heart-disease risk and impaired glucose tolerance. The Whitehall study. *Lancet* 1980; 1(8183): 1373-1376
27. Charles MA, Balkau B, Vauzelle-Kervroedan F, Thibault N, Eschwege E. Revision of diagnostic criteria for diabetes. *Lancet* 1996; 348(9042): 1657-1658
28. Klein R, Comor EB, Blount BA, Wingard DL. Visual impairment and retinopathy in people with normal glucose tolerance, impaired glucose tolerance and newly diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 1991; 14: 914-918
29. Chen KT, Chen CJ, Gregg EW, Imperatore G, Narayan KM. Impaired fasting glucose and risk of diabetes in Taiwan: follow-up over 3 years. *Diabetes Res Clin Pract* 2003; 60(3): 177-182
30. McFarlane SL, Banerji M, Sowers JR. Insulin resistance and cardiovascular disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86(2): 713-718
31. Tohemof A, Lamarche B, Prud'Homme D, Nadeau A, Moorjani S, Labrie F, Lupien PJ, Despres JP. The dense LDL phenotype. Association with plasma lipoprotein levels, visceral obesity, and hyperinsulinemia in men. *Diabetes Care* 1996; 19(6): 629-637
32. Zierath JR, Livingston JN, Thorne A, Bolinder J, Reynisdottir S, Lonnqvist F, Arner P. Regional difference in insulin inhibition of non-esterified fatty acid release from human adipocytes: relation to insulin receptor phosphorylation and intracellular signalling through the insulin receptor substrate-1 pathway. *Diabetologia* 1998; 41(11): 1343-1354
33. Seidell JC, Oosterlee A, Deurenberg P, Hautvast JG, Ruijs JH. Abdominal fat depots measured with computed tomography: effects of degree of obesity, sex, and age. *Eur J Clin Nutr* 1988; 42(9): 805-815
34. Han TS, McNeill G, Seidell JC, Lean ME. Predicting intra-abdominal fatness from anthropometric measures: the influence of stature. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21(7): 587-593
35. Expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. 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* 2001; 285(19): 2486-2497
36. World Health Organization Western Pacific Region, international association for the study of obesity, and international obesity taskforce. The asian-pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Geneva: WHO Western Pacific Region; 2000
37. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000; 894: i-xii, 1-253
38. Kim SM, Kim SS, Yoon SJ, Shim KW, Choi HI, Kim KM, Lee DJ. What is the best simple anthropometric indexes of abdominal visceral fat in obese patients? *J Korean Soc Study Obes* 1998; 7(2): 157-168 (Korean)
39. 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* 2000; 21(3): 395-405 (Korean)
40. Ohlson LO, Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Eriksson H, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus. 13.5 years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. *Diabetes* 1985 Oct; 34(10): 1055-1058
41. Chan JM, Rimm EB, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC. Obesity, fat distribution, and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men. *Diabetes Care* 1994; 17(9): 961-969
42. Kim DH, Ahn YO, Park SW, Choi MG, Kim DS, Lee MS, Shin MH, Bae JM. Incidence and risk factors for diabetes mellitus in Korean middle-aged men: Seoul cohort DM follow-up study. *Korean J Prev Med* 1999; 32(4): 526-537 (Korean)