

관상동맥 CT 혈관조영술을 이용한 심혈관질환 위험도 평가도구 비교

전남대학교 의과대학 산업의학교실

김명보 · 박원주 · 장근호 · 이대광 · 채홍재 · 문재동

— Abstract —

Comparison of Cardiovascular Disease Risk Assessment Tools by Using Coronary CT Angiography

Myeong Bo Kim, Won Ju Park, Keun Ho Jang, Dae Kwang Lee, Hong Jae Chae, Jai Dong Moon

Department of Occupational and Environmental Medicine, Chonnam National University College of Medicine

Objective: The prevalence and mortality rate of cardiovascular disease (CVD) have increased among Koreans over the past 20 years. To manage and control this disease, various CVD risk assessment tools such as KOSHA (Korean Occupational Safety and Health Agent) CVD risk assessment, the presence of metabolic syndrome and the Framingham risk score (FRS) have been developed and applied to employees at the workplace. This study was designed to compare the validity of the CVD risk assessment tools mentioned above with the findings of coronary CT angiography (CCTA).

Methods: The subjects of this study who were 490 male-workers aged between 31 and 70, and these subjects were selected among those who had visited a University Hospital for a general health examination and who underwent CCTA from January 2007 to June 2009. Chi-square tests and logistic regression analysis were used to compare and analyze the associations between the CVD risk assessment tools and the coronary artery changes such as calcification and stenosis.

Results: Metabolic syndrome (OR=1.90, 95% CI 1.23-2.95) and the Framingham risk score (OR=2.71, 95% CI 1.83-4.01) were the significant and meaningful predictors of coronary artery calcification. On the analysis of the association with coronary artery stenosis, only the Framingham risk score (OR=2.21, 95% CI 1.46-3.36) turned out to be a significant and meaningful predictor.

Conclusion: The results suggest that the Framingham risk score is a relatively valid CVD risk assessment tool. Henceforth, to effectively manage cardiovascular diseases in the workplace, advanced tools and indicators for management should be considered and provided based on meaningful study results.

Key Words: KOSHA's Cardiovascular disease risk assessment, Metabolic syndrome, Framingham risk score, Coronary CT angiography

서 론

최근 들어 생활 양상의 서구화 및 인구의 고령화로 인하여 심혈관질환의 빈도 및 사망률이 과거에 비해 급속도로

증가하고 있다. 통계청의 2008년도 자료에 따르면 국내의 허혈성 심혈관질환과 관련한 사망률은 1988년 인구 10만 명당 5.8명, 1998년에 16.2명, 2008년에 25.7명으로 20년간 5배 가량 증가하였다¹⁾. 이러한 심혈관질환은 흡연,

신체활동부족, 비만, 고지방식이, 이상지질혈증, 고혈압, 당뇨병, 좌심실비대, 연령, 성별, 가족력 등의 여러 가지 위험인자에 의해 복합적으로 발생하므로²⁾, 이들 위험 인자들을 적절히 중재함으로써 심혈관질환의 발생률을 낮출 수 있음이 여러 연구를 통해 보고되고 있다^{3,5)}.

따라서 국내외적으로 심혈관질환에 의한 질병부담을 줄이기 위해 주요 위험인자를 관리하려는 다양한 예방 전략이 도입되고 있으며, 특히 사업장은 가장 효율적인 단위로 심혈관질환 발병위험이 높은 근로자를 선정하여 위험인자를 포괄적으로 관리하고자 하는 노력이 계속되어 왔다. 이러한 전략에 기초하여 국내에서는 한국산업안전보건공단이 “직장에서의 뇌심혈관질환 예방을 위한 발병위험도평가 및 사후관리지침”을 발표⁶⁻⁷⁾하여 사업장 보건관리에 적용하고자 하였다.

이외에도 대사증후군은 임상진료나 지역사회 역학연구에서 기본적으로 사용하는 검사 항목인 허리둘레, 혈압, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 공복 혈당만을 이용하여 3가지 이상의 항목이 정상에 아닐 경우 대사증후군으로 쉽게 진단할 수 있다^{8,9)}. 따라서 이를 통해 심혈관질환의 위험이 증가된 대상자를 쉽게 확인할 수 있으므로, 여러 사업장에서 심혈관질환 보건관리를 위해 대사증후군이 사용되고 있다.

또한, 미국, 유럽 등 국외에서는 위험인자들의 심혈관질환에 대한 기여도를 관측하여 개인의 심혈관질환 위험도를 평가하고 고위험군을 선정하는 포괄적 위험인자 평가방법이 도입되어 현재 이용되고 있으며¹⁰⁻¹²⁾, 대표적인 방법으로는 대규모 집단을 대상으로 장기적 관찰을 통해 그 적용성이 잘 확립되어 있는 Framingham risk score¹³⁾를 들 수 있다.

최근 다중절편 방사선단층촬영(Multidetector Computed Tomography, 이하 MDCT) 기술의 급격한 발달에 의해 관상동맥 CT 혈관조영술(Coronary artery CT angiography, 이하 CCTA)의 임상적용이 증대되고 있으며, 심혈관질환 위험도에 대한 평가로서의 활용도 또한 높아지고 있다. 관상동맥 석회화의 경우, 심혈관질환 발생의 독립적인 예측인자로 Framingham risk score 내의 전통적인 위험 인자보다 우수하다고 알려져 있으며¹⁴⁻¹⁸⁾, 유의한 관상동맥 협착의 진단에 있어서도 95% 이상의 진단적 일치도 및 정확도¹⁹⁾를 보임으로서 불현성 심혈관질환을 조기 발견하여 관리할 수 있다.

지금까지 국내에서 심혈관질환 위험도에 대한 평가로서의 활용도가 높아지고 있는 CCTA를 이용하여 사업장 보건관리를 위해 적용 가능한 여러 가지 심혈관질환 위험도 평가도구에 대해 비교한 연구는 현재까지 없는 실정이다. 따라서, 본 연구는 일개 대학병원 건강증진센터에 내원하여 CCTA를 시행한 성인 남성 근로자를 대상으로 CCTA

결과를 토대로 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA Code H-46-2008), 대사증후군, Framingham risk score의 세 가지 평가도구를 비교 평가하고자 하였다.

대상과 방법

1. 대상

2007년 1월부터 2009년 6월까지 건강진단을 목적으로 일개 대학병원에 내원하여 관상동맥 CT 혈관조영술을 시행하고 심혈관질환 위험요인과 관련된 문진, 신체계측, 일반혈액검사 등을 시행한 31~70세 사이의 성인 남성 근로자 490명을 연구 대상으로 하였다. 동일 기간 내에 1633명의 일반인이 CCTA를 시행하였으나, 심혈관질환 위험도를 평가하는데 필요한 문진 내용이나 혈액검사 등이 누락된 자 769명과 직업이 없거나 퇴직한 자 217명을 분석대상에서 제외하였다. 또한 여성의 숫자가 157명으로 상대적으로 적어 이들 또한 분석대상에서 제외하였다.

2. 자료수집 방법 및 측정

가. 문진

검사를 하기 전에 모든 피검자에게 의사가 직접 문진을 시행하였으며, 흡연, 운동습관 등의 생활습관과 뇌졸중, 협심증, 심근경색의 가족력, 그리고 고혈압, 고지혈증, 당뇨병 및 심혈관질환에 대한 병력에 대해 물었다.

나. 신체계측 및 임상검사

신장과 체중은 신발을 벗고 가벼운 상태에서 측정하였고, 비만도는 체중/신장²(kg/m²)으로 체질량지수(body mass index, BMI)를 산출하여 사용하였다. 허리둘레는 직립자세에서 피검자의 양팔을 옆에 자연스럽게 내리고 곧바로 선 상태에서 호기의 마지막 단계에서 최하위 늑갈하부와 골반 장골능선의 중간부위를 측정하였다. 혈압은 측정 전 10분 이상 안정을 취하게 하였으며 앉은 자세에서 수축기와 이완기 혈압을 측정하였다. 모든 검사자들은 최소 8시간 금식한 상태에서 정맥 채혈하여 혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 크레아티닌을 측정하였다. 또한 좌심실비대, 요단백 등의 표적장기 손상여부를 확인하기 위해 흉부방사선촬영, 심전도, 소변검사를 시행하였다.

다. 심혈관질환 위험도 평가도구

1) 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA Code H-46-2008)

한국산업안전보건공단에서 제공한 심혈관질환 실무형

발병위험도 평가지침(2008)을 이용하여 3단계로 평가하였다. 제 1단계 절차로 내원 시 측정된 혈압수치에 따라 정상, 1도 고혈압, 2도 고혈압, 3도 고혈압으로 분류하였다. 제 2단계로 문진을 통해 연령(남 55세 이상), 현재 흡연가, 직계가족의 50세 이전 심혈관질환 조기 발병력, 신체활동부족(주 3회 이상, 30분 이상의 규칙적인 운동을 하지 않는 경우)의 발병 위험인자와 당뇨, 협심증, 심근경색 등의 심혈관질환 병력에 대해 확인하였고, 신체계측 및 임상검사를 통하여 비만(체질량지수 25 kg/m² 초과), 이상지질혈증(총콜레스테롤 240 mg/dL 이상)의 발병 위험인자와 단백뇨(소변 스틱검사 1+ 이상), 좌심실비대(심전도 또는 흉부방사선촬영 상 좌심실 비대가 있는 경우) 등의 표적장기 손상에 대해 파악하였다. 이번 연구에서는 심혈관질환 발병위험도만을 평가하였기에 뇌졸중의 위험인자인 심방세동은 평가에서 제외하였다. 그리고 제 3단계로 심혈관질환 발병위험수준을 건강군(혈압 수치 정상일 때), 저위험군(1도 고혈압이면서 위험인자가 없을 때), 중등도위험군(① 1도 고혈압이면서 위험인자가 1~2개 있을 때, ② 2도 고혈압이면서 위험인자가 0~2개 있을 때), 고위험군(① 3도 고혈압일 때, ② 고혈압이 있으면서 위험인자가 3개 이상 또는 표적장기손상이나 당뇨, 심혈관질환의 병력이 있을 때)로 분류하였다.

2) 대사증후군

아시아-태평양 지역의 수정된 NCEP-ATP(National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III)를 이용하여 허리둘레(90 cm 이상), 혈압(고혈압으로 치료받고 있거나, 130/85 mmHg 이상인 경우), 중성지방(150 mg/dL 이상), 고밀도 지단백 콜레스테롤(40 mg/dL 미만), 혈당(당뇨병으로 치료받고 있거나, 110 mg/dL 이상인 경우)의 다섯 가지 항목으로 평가하였으며⁸⁾, 이 중 3가지 이상의 항목에서 이상소견이 발견되는 경우 대사증후군자로 진단하였다.

3) Framingham risk score

Framingham risk scores는 NCEP-ATP III(National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III)에서 제시하고 있는 산출 방법에 따라, 연령, 총콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 고혈압 치료여부, 수축기 혈압, 흡연 상태 등을 고려하여 계산하였다. 이렇게 계산된 점수를 통해 10년 내 심혈관질환 발생위험도를 산출하였으며¹³⁾, 이를 <10%, 10~15%, 15~20%, >20%의 4군으로 분류하였다.

라. 관상동맥 CT 혈관조영술(Coronary artery CT angiography, CCTA)

CCTA는 64-channel MDCT scanner (LightSpeed VCT, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA)를 사용하였고, 검사를 시작할 수 있는 목표 심박동수는 65회 이하로 하였다. 65회 이상인 환자는 검사 시작 30분 전에 베타차단제를 경구로 투여한 후 절대 안정을 취하도록 하였으며, 베타차단제를 사용한 후에도 심박동수가 65회 이하로 내려가지 않으나 75회 이하이면서 심박동이 규칙적일 경우 검사를 시행하였다.

먼저 관상동맥 석회반을 측정하기 위해 조영증강 전 영상을 얻었으며 심장전체를 포함하도록 스캔 범위를 정하여 관전압 120 kVp, 관전류 170 mA, pitch 0.24로 스캔하였다. 영상 재구성을 위한 절편두께와 간격은 각각 3 mm로 하였고, B35f Heart View Medium kernel을 사용하여 65% R-R 간격에서 재구성하였다. 조영증강 영상을 얻기 전 적절한 관상동맥 조영증강 시간을 알기 위해 test bolus technique을 사용하여 스캔지연시간을 정하였다. 이후 비이온성 조영제인 iopromide (Ultravist 370; Schering AG, Berlin, Germany) 65~80 ml를 5 ml/sec의 속도로 주사한 후, 30 ml 생리식염수를 5 ml/sec의 속도로 자동주입기를 사용하여 전주와 정맥으로 주사하였다. 이후 앞서 결정된 스캔지연시간 동안 기다린 후 관전압 120 kVp, 관전류 800~900 mA, pitch 0.24로 스캔을 하였다. 영상재구성을 위한 절편두께와 간격은 각각 0.75 mm와 0.5 mm로 하였고 B36f smooth+kernel을 사용하였다. 65% R-R 간격에서 영상을 재구성하여 영상의 질을 평가한 뒤, 최적의 영상이 아닐 때는 스캔된 다른 R-R 간격에서 영상을 재구성하였다.

스캔된 원천 영상은 Workstation (Wizard[®]; Siemens Medical Solution, Forchheim, Germany)으로 전송하여 재구성된 조영증강 전 영상에서 Agaston method를 사용하여 관상동맥 경로를 따라 130 Hounsfield Unit(HU) 이상의 감쇠계수를 보이는 영역을 석회반으로 정의하였다²⁰⁾. 관상동맥 CT 혈관조영술에서 석회반의 위치와 관상동맥의 협착정도를 평가하기 위하여 축면영상(Axial image)과 다평면 재구성(Multi-planar reformation, MPR) 영상을 사용하였다. 각각의 관상동맥 분절에서 영상의학과 전문의 2명이 석회반의 위치와 이부위에서 동맥협착 정도를 평가 하였으며 서로 일치하지 않는 결과에 대해서는 회의를 통하여 합의하였다. 분석에 있어서 석회화가 없는 군(칼슘 수치=0), 석회화가 있는 군(칼슘 수치≥1)의 2군으로 분류하였고, 관상동맥 협착은 협착이 없는 군, 협착이 있는 군의 2군으로 나누어 분석에 이용하였다.

Table 1. Distributions of coronary artery calcification according to cardiovascular disease risk factors and the levels of CVD risk assessment tools

Variables	n(%)	Coronary artery calcification		p-value*
		No	Yes(%)	
Age (years)				<0.001
31-40	41(8.4)	36	5(12.2)	
41-50	221(45.1)	168	53(24.0)	
51-60	191(39.0)	117	74(38.7)	
61-70	37(7.6)	15	22(59.5)	
BMI (kg/m ²)				0.013
≤25	282(57.6)	206	76(27.0)	
>25	208(42.4)	130	78(37.5)	
AC (cm)				0.044
<90	363(74.1)	258	105(28.9)	
≥90	127(25.9)	78	49(38.6)	
Smoking				0.606
Non-smoker	129(26.3)	91	38(29.5)	
Ex-smoker	166(33.9)	113	53(31.9)	
Current smoker	195(39.8)	132	63(32.3)	
Regular exercise				0.556
Yes	165(33.7)	116	49(29.7)	
No	325(66.3)	220	105(32.3)	
Hypertension				<0.001
No	348(71.0)	262	86(24.7)	
Yes	142(29.0)	74	68(47.9)	
Diabetes				0.057
No	428(87.3)	300	128(29.9)	
Yes	62(12.7)	36	26(41.9)	
Total cholesterol (mg/dL)				0.008
<240	455(92.9)	319	136(29.9)	
≥240	35(7.1)	17	18(51.4)	
Triglyceride (mg/dL)				0.026
<150	324(66.1)	233	91(28.1)	
≥150	166(33.9)	103	63(38.0)	
HDL cholesterol (mg/dL)				0.393
≥40	353(72.0)	246	107(30.3)	
<40	137(28.0)	90	47(34.3)	
CVD risk assessment (KOSHA H-46-2008)				0.021
Normal	422(86.1)	295	127(30.1)	
Low	6(1.2)	6	0(0.0)	
Medium	34(6.9)	22	12(35.3)	
High	28(5.7)	13	15(53.6)	
Metabolic syndrome				0.004
No	380(77.6)	273	107(28.2)	
Yes	110(22.4)	63	47(42.7)	
Framingham risk score(10-year risk of CVD)				<0.001
<10%	300(61.2)	231	69(23.0)	
10-15%	108(22.0)	60	48(44.4)	
15-20%	70(14.3)	40	30(42.9)	
>20%	12(2.4)	5	7(58.3)	

BMI, body mass index; AC, Abdominal circumference; HDL, high-density lipoprotein; CVD, cardiovascular disease; KOSHA, Korea Occupational Safety and Health Agency. * Calculated by Chi-square test or Linear by linear association.

Table 2. Distributions of coronary artery stenosis according to cardiovascular disease risk factors and the levels of CVD risk assessment tools

Variables	n(%)	Coronary artery calcification		p-value*
		No	Yes(%)	
Age (years)				<0.001
31-40	41(8.4)	36	5(12.2)	
41-50	221(45.1)	178	46(20.8)	
51-60	191(39.0)	138	53(27.7)	
61-70	37(7.6)	21	16(43.2)	
BMI (kg/m ²)				0.198
≤25	282(57.6)	219	63(22.3)	
>25	208(42.4)	151	57(27.4)	
AC (cm)				0.157
<90	363(74.1)	280	83(22.9)	
≥90	127(25.9)	90	37(29.1)	
Smoking				0.121
Non-smoker	129(26.3)	102	27(20.9)	
Ex-smoker	166(33.9)	128	38(22.9)	
Current smoker	195(39.8)	140	55(28.2)	
Regular exercise				0.449
Yes	165(33.7)	128	37(22.4)	
No	325(66.3)	242	83(25.5)	
Hypertension				0.018
No	348(71.0)	273	75(21.6)	
Yes	142(29.0)	97	45(31.7)	
Diabetes				0.005
No	428(87.3)	332	96(22.4)	
Yes	62(12.7)	38	24(38.7)	
Total cholesterol (mg/dL)				0.027
<240	455(92.9)	349	106(23.3)	
≥240	35(7.1)	21	14(40.0)	
Triglyceride (mg/dL)				0.022
<150	324(66.1)	255	69(21.3)	
≥150	166(33.9)	115	51(30.7)	
HDL cholesterol(mg/dL)				0.419
≥40	353(72.0)	270	83(23.5)	
<40	137(28.0)	100	37(27.0)	
CVD risk assessment (KOSHA H-46-2008)				0.299
Normal	422(86.1)	322	100(23.7)	
Low	6(1.2)	5	1(16.7)	
Medium	34(6.9)	26	8(23.5)	
High	28(5.7)	17	11(39.3)	
Metabolic syndrome				0.441
No	380(77.6)	290	90(23.7)	
Yes	110(22.4)	80	30(27.3)	
Framingham risk score (10-year risk of CVD)				0.001
<10%	300(61.2)	224	56(18.7)	
10-15%	108(22.0)	76	32(29.6)	
15-20%	70(14.3)	44	26(37.1)	
>20%	12(2.4)	6	6(50.0)	

BMI, body mass index; AC, Abdominal circumference; HDL, high-density lipoprotein; CVD, cardiovascular disease; KOSHA, Korea Occupational Safety and Health Agency.* Calculated by Chi-square test or Linear by linear association.

3. 분석 방법

연구 대상자들의 일반적인 특성에 대해 연속 변수에 대해서는 평균과 표준편차를 구하였고, 범주형 변수에 대해서는 각 변수에 대한 빈도를 제시하였다. 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA), 대사증후군, Framingham risk score에 의한 위험도 평가수준 및 각각의 평가도구 내에 포함되어 있는 전통적인 심혈관질환 위험인자에 따른 관상동맥 석회화 및 협착 여부와의 관련성 및 분포 비교를 위해 카이제곱검정과 선형대 선형 결합법을 이용하였다. 연령은 31~40세, 41~50세, 51~60세, 61~70세의 4군으로 나누었으며, 흡연은 비흡연자, 과거흡연자, 현재흡연자의 3군으로 분류하였다. 체질량지수, 복부둘레, 규칙적인 운동 여부, 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 심혈관질환 위험도 평가도구에서 위험군으로 분류하는 기준을 적용하여 2군으로 분류하였다. 고혈압은 현재 고혈압 치료 중이거나 측정된 혈압이 140/90 mmHg 이상인 경우로 정의하였으며, 당뇨병은 현재 당뇨병 치료 중이거나 측정된 혈당이 126 mg/dL 이상인 경우로 정의하였다. 심혈관질환 위험도 평가도구들이 관상동맥 석회화 및 협착에 대한 유의한 예측인자인지를 알아보기 위해 정상군과 위험군으로 2군으로 분류한 뒤 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 추가적으로 다변량 로지스틱 회귀분석을 통해 불현성 심혈관질환을 나타내는 관상동맥 협착을 종속변수로 하여 관상동맥 석회화 및 전통적인 심혈관질환 위험인자 등이 유의한 인자 인지를 확인해 보았다. 모든 통계분석은 SPSS 15.0 통계 프로그램을 이용하였고, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 정의하였다.

결 과

1. 연구대상자들의 일반적 특성

연구대상자는 총 490명으로 평균 연령은 50.1세이었으며

41~60세가 412명(84.1%)로 다수를 차지하였다. 평균 체질량지수는 24.5 kg/m^2 이었으며, 체질량지수 25 kg/m^2 을 초과하는 과체중자는 209명(42.6%)이었으며, 복부둘레 90 cm 이상의 복부비만자는 127명(25.9%)이었다. 현재 흡연을 하고 있는 자는 195명(39.8%), 규칙적인 운동을 시행하는 자는 165명(33.7%)이었다. 연구 대상자의 평균 수축기 및 이완기 혈압은 122.9 mmHg, 72.9 mmHg이었으며, 현재 고혈압으로 치료 받고 있거나(98명) 측정 시 혈압이 140/90 mmHg 이상인 고혈압 질환자는 142명(29.0%)이었다. 공복 혈당은 평균 99.58 mg/dL이었으며, 현재 당뇨병으로 치료 중(40명)이거나 측정 시 혈당이 126 mg/dL 이상인 당뇨병 질환자는 62명(12.7%)이었다. 평균 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤은 각각 189.6 mg/dL, 138.2 mg/dL, 46.3 mg/dL이었으며, 이상지질혈증을 보이는 자는 순서대로 35명(7.1%), 166명(33.9%), 137명(28.0%)이었다(Table 1). 전체 대상자 중 10.0%에서 뇌졸중, 협심증, 심근경색의 심혈관질환 가족력을 가지고 있었으며, 0.8%에서 뇌졸중, 협심증, 심근경색으로 치료 받은 적이 있었다. 표적장기 손상 여부에 대한 검사에서 좌심실비대 63명(12.9%), 단백뇨 9명(1.8%)이 관찰되었다.

2. 심혈관질환 위험인자 및 위험도 평가수준에 따른 관상동맥 석회화 및 협착 분포 비교

CCTA에서 관상동맥 석회화(칼슘 점수 1 이상)을 보인 이는 154명(31.4%)이었고, 관상동맥 협착이 있는 이는 120명(24.5%)이었다. 연령이 증가할수록 유의하게 관상동맥 석회화의 유병율이 증가하였으며, 또한 과체중자, 복부비만자, 고혈압자, 총콜레스테롤 및 중성지방 이상소견자에서 석회화의 유병율이 유의하게 높았다(Table 1). 관상동맥 협착도 마찬가지로 연령이 증가할수록 유의하게 유병율이 증가하였으며, 고혈압, 당뇨, 총콜레스테롤 및

Table 3. Relationships between the risk estimates for cardiovascular disease and coronary artery calcification

	Crude OR (95% CI)	p-value*	Pseudo R ²
CVD risk assessment (KOSHA H-46-2008)		0.115	0.007
Normal (n=422)	1		
Risk (n=68)	1.53(0.90-2.60)		
Metabolic syndrome		0.004	0.023
No (n=380)	1		
Yes (n=110)	1.90(1.23-2.95)		
Framingham risk score(10-year risk of CVD)		<0.001	0.07
<10%(n=300)	1		
≥10%(n=190)	2.71(1.83-4.01)		

* Calculated by logistic regression. CVD, cardiovascular disease; KOSHA, Korea Occupational Safety and Health Agency.

중성지방 이상소견자에서 유의한 유병율 차이를 보였다 (Table 2).

심혈관질환 위험도 평가도구 중 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)에 따른 위험수준은 건강군 422명 (86.1%), 저위험군 6명 (1.2%), 중등도위험군 34명 (7.0%), 고위험군 28명 (5.7%) 이었으며, 대사증후군 진단기준에 따라서 정상군 380명 (77.6%), 대사증후군 진단군 110명 (22.4%) 이었다. Framingham risk score에 따른 10년 내 심혈관질환 발생위험은 10% 미만군 300명 (61.2%), 10~15%군 108명 (22.0%), 15~20%군 70명 (14.3%), 20% 초과군 12명 (2.4%) 이었다. 본 연구에서 살펴본 모든 심혈관질환 위험도 평가도구에서 위험수준이 높아질수록 관상동맥 석회화 유병율이 통계적으로 유의하게 높아졌으며, 그 중 Framingham risk score에 따른 위험도 평가도구에서 가장 유의함을 확인 할 수 있었다 (Table 1). 관상동맥 협착과의 비교에서는 심혈관질환 위험도 평가도구 중 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)와 대사증후군에서 유의한 관계를 보이지 못하였으며, Framingham risk score에 따른 위험도 평가도구만이 유의한 차이를 보였다 (Table 2).

3. 심혈관질환 위험도 평가도구와 관상동맥 석회화 및 협착에 대한 로지스틱 회귀분석

심혈관질환 위험도 평가도구들이 관상동맥 석회화 및 협착과 관계가 있는 유의한 예측인자 인지를 알아보기 위해 정상군과 위험군 2군으로 분류한 뒤 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 관상동맥 석회화에 대한 분석에서 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)는 유의한 관계를 보이지 못하였으며 (OR=1.53, 95% CI 0.90~2.60), 대사증후군 (OR=1.90, 95% CI 1.23~2.95)과 Framingham risk score (OR=2.71, 95% CI 1.83~4.01)는 관상동맥 석회화의 유의한 예측지표였다. 또한 설명력에 있어서도

Framingham risk score (pseudo R²=0.070), 대사증후군 (pseudo R²=0.023), 심혈관질환 발병위험도 평가 (KOSHA) (pseudo R²=0.007) 순 이었다 (Table 3). 자료로 제시하지는 않았지만 심혈관질환 발병위험도 평가 (KOSHA)에서 고려하지 못하는 위험인자인 고혈압기왕력을 추가하여 분석한 결과 고혈압기왕력이 관상동맥 석회화에 대한 유의한 예측인자임 (OR=3.12, 95% CI 1.67~4.95)을 확인 할 수 있었다. 관상동맥 협착에 대한 분석에서는 Framingham risk score (OR=2.21, 95% CI 1.46~3.36)만이 유의한 예측지표이었으며 설명력에 있어서도 가장 높음 (pseudo R²=0.042)을 확인 할 수 있었다 (Table 4).

고 찰

본 연구는 객관적인 검사 도구인 관상동맥 CT 혈관조영술을 이용하여 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA), 대사증후군, Framingham risk score 세 가지 모형의 심혈관질환 위험도 평가도구에 대해 비교하였다. 모든 평가도구에서 심혈관질환의 위험수준이 증가함에 따라 관상동맥 석회화가 증가하는 경향을 보였으나, 대사증후군 (OR=1.90, 95% CI 1.23~2.95)과 Framingham risk score (OR=2.71, 95% CI 1.83~4.01)만이 관상동맥 석회화의 유의한 예측지표이었으며, 관상동맥 협착에서는 Framingham risk score (OR=2.21, 95% CI 1.46~3.36)만이 유의한 예측지표임을 확인 할 수 있었다.

관상동맥의 칼슘 수치는 관상동맥의 동맥경화반의 총량과 비례하고, 관상동맥의 협착을 예측하는 지표라는 주장^{21,22)}도 있는 반면, 모든 동맥경화반이 석회를 포함하지 않기 때문에 관상동맥의 협착과 상관도가 높지 않고, 급성 관상동맥질환을 일으키는 위험반과 직접 연관이 없다는 주장^{23,24)}이 논란을 이루어왔다. 하지만 최근 여러 연구에서 관상동맥 칼슘 수치가 허혈성 심장질환 발생의 독립적

Table 4. Relationships between the risk estimates for cardiovascular disease and coronary artery stenosis

	Crude OR (95% CI)	p-value*	Pseudo R ²
CVD risk assessment (KOSHA H-46-2008)		0.31	0.003
Normal(n=422)	1		
Risk(n=68)	1.34(0.76-2.37)		
Metabolic syndrome		0.441	0.002
No(n=380)	1		
Yes(n=110)	1.21(0.75-1.96)		
Framingham risk score (10-year risk of CVD)		<0.001	0.042
<10%(n=300)	1		
≥10%(n=190)	2.21(1.46-3.36)		

* Calculated by logistic regression. CVD, cardiovascular disease; KOSHA, Korea Occupational Safety and Health Agency.

인 위험인자로 향후 관상동맥 질환의 발생률과 관련이 있으며 이는 심혈관질환의 단기간의 예측인자로서 전통적인 다른 위험인자보다 우수하다고 보고되고 있다^{14-18, 25}. 데이터로 제시하지는 않았지만 본 연구에서도 다른 연구들과 일치하는 결과를 보여주었다. 전통적인 심혈관질환 위험인자와 관상동맥 석회화를 독립변수로 고려하고 관상동맥 협착을 종속변수로 하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과 관상동맥 석회화가 가장 유의한 예측인자(OR=12.58, 95% CI 7.45~21.25)로 심혈관질환 발생에 대해 높게 기여함을 확인 할 수 있었다.

본 연구에서 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)에 따른 위험 수준이 증가할수록 관상동맥 석회화의 빈도가 증가하였다. 이는 이전 뇌심혈관질환 발병위험도평가(KOSHA)에 대한 국내 연구와도 일치된 결과로 Yoon 등²⁶은 뇌심혈관질환 발병 위험군에서 대사증후군의 진단군이 더 높음을 보고 하였고, Yi 등²⁷은 심혈관질환 발병 위험도평가에서 건강군에서 저·중등도위험군, 고위험군으로 갈수록 Jee's 모형의 한국인 허혈성 심질환 발생위험도가 유의하게 높아짐을 보고 하였다. 하지만 관상동맥 협착과는 유의한 관계가 없었으며, 로지스틱 회귀 분석에서도 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)는 관상동맥 석회화 및 협착에 유의하게 영향을 미치는 인자가 아니었다. 이는 KOSHA 모형의 주요 참조자료인 WHO/ISH (2003)²⁸의 분류 목적이 정확한 심혈관질환 발병 예측 보다는 심혈관질환 위험에 대해 간단하고 빠르게 평가하여 예방하고 관리하는데 있기 때문에 심혈관질환 발병 위험도 추정치의 정확도가 떨어진 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Joseph et al.(2002)²⁹에서도 WHO-ISH methods가 Framingham risk score, Sheffield table, Joint British societies Chart, New Zealand Chart의 다른 평가 도구에 비해 특이도가 낮고 저위험군과 고위험군을 감별하지 못하므로 평가도구로서 부적절하였다는 것을 보여줌으로서 본 연구와 일치된 결과라 할 수 있겠다.

다른 가능한 설명으로는 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)에서는 고혈압의 병력을 포함하지 않고 평가 시점에 측정된 혈압만을 위험군 분류에 사용한다는 점이다. 비록 고혈압을 잘 관리하는 경우 그것만으로도 뇌졸중의 위험을 40%, 심근경색의 위험을 15% 경감할 수 있으나³⁰, 심혈관질환은 여러 위험인자가 복합적으로 관여하여 발생하므로^{31, 32} 단일 요인의 관리보다는 여러 복합적인 위험요인에 대해 포괄적인 접근이 중요하다³³. 또한, 본 연구에서 자료로 제시하지는 않았지만 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA) 내에 반영되지 않은 위험인자들을 포함한 분석에서 고혈압기왕력(OR=3.12, 95% CI 1.67~4.95)이 관상동맥 석회화의 유의한 예측인자임을

확인 할 수 있었다. 이는 비록 혈압이 잘 관리 되더라도 고혈압 유병 자체가 심혈관질환의 위험을 증가시키는 요인임으로 고혈압 기왕력자에 대한 관리가 중요함을 시사 하는 것으로 생각된다.

대사증후군과 심혈관질환과의 연관성은 그동안 다수의 단면연구와 코호트연구에서 밝혀져 왔었다³⁴⁻³⁶. 본 연구에서 관상동맥 협착과는 유의한 관계를 보이지 못하였지만, 대사증후군이 관상동맥 석회화와 유의한 관련이 있었다. 이러한 결과는 국내외 여러 연구에서 대사증후군에서 정상군보다 관상동맥 석회화 유병률이나 관상동맥 칼슘 수치가 높다는 보고와 일치되는 결과이다^{37, 38}.

Framingham risk score는 Framingham 코호트에 기초하여 1960년대부터 심혈관질환의 위험도를 예측하기 위해 시작되어, 현재까지는 여러 위험인자를 종합적으로 평가하여 총 위험도에 대처하는 좋은 전략임이 인정되고 있다^{39, 40}. 본 연구에서도 Framingham risk score에 따른 심혈관질환 위험도 평가도구가 관상동맥 석회화 및 협착과 유의한 관계를 보여주었으며 설명력에 있어서도 세 도구 중 가장 높았다. 이는 대사증후군과 Framingham risk score의 심혈관질환 발생 예측력을 비교한 Stern et al.(2002)⁴¹의 연구 결과에서 Framingham risk score의 예측력이 대사증후군 보다 높게 나온 것과 일치하는 결과이다. 물론 Framingham risk score가 특정 인구집단의 역학연구에 기반한 것으로 이를 허혈성 심장질환의 사망률이 미국에 비해 약 1/10에 불과한 우리나라 인구집단에 적용하기에는 한계가 있을 것이다⁴². 하지만 심혈관질환 위험도를 낮추는 임상적인 노력의 핵심은 위험도가 높은 환자를 판별하여 관리하는 데에 있으므로, 본 연구에서 살펴본 심혈관질환 위험도 평가도구 중 Framingham risk score에 의한 접근이 가장 의미가 있는 지표라고 생각된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 관상동맥 CT 혈관조영술 결과에 대한 심혈관질환 위험도 평가도구에 의한 설명력이 매우 낮았다는 점이다. 이는 각각의 평가 도구에 여러 가지 위험인자가 포함되어 있긴 하였지만, 이러한 위험인자가 포괄적으로 고려되어 정상군과 위험군의 2군으로 나누다 보니 모형의 설명력이 낮게 나온 것으로 사료된다. 데이터로 제시하지는 않았지만 각각의 평가 도구에서 사용되는 개별 변수들을 포함하여 시행한 다변량 로지스틱 회귀분석에서 관상동맥 석회화에 대해 Framingham risk score (pseudo R²=0.224), 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA) (pseudo R²=0.149), 대사증후군(pseudo R²=0.064), 관상동맥 협착에 대해 Framingham risk score (pseudo R²=0.126), 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA) (pseudo R²=0.076), 대사증후군(pseudo R²=0.041)의 설명력이 높아졌음을

확인할 수 있었다. 또 다른 가능한 이유로는 연구 설계에 기인된 것으로 종속변수의 설정 차이에 의한 것으로 생각된다. 본 연구에서 비교 평가하고자 하였던 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)나 Framingham risk score와 같은 도구들은 코호트연구를 기반으로 10년 이상 관상동맥질환의 발생을 관측하고 개별 위험인자들의 심혈관질환에 대한 기여도를 계산하여 포괄적인 관리를 하고자 하였던 시도들로, 본 연구에서 관상동맥 CT 혈관조영술 결과를 종속변수로 설정하여 단면연구를 시행한 것과는 차이를 보였을 것으로 사료된다. 차후 전향적인 연구를 통해 심혈관질환 위험도 평가의 타당성과 활용가능성에 대한 지속적인 평가가 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 연구 대상자가 자발적으로 일개 대학병원에 내원하여 건강검진을 받은 자여서 지역적, 사회 환경적인 조건이 일반적인 근로자를 대표하기는 어려워 결과를 일반화시키는데 한계가 있다. 셋째, 대사증후군의 경우, 진단기준이 다양하고 이들 사이에 일치하지 않는 부분들이 있어 이러한 것이 심혈관질환 발생 위험에 어떻게 영향을 미치는지 체계적으로 검토된 바가 없으며 그 병태생리 또한 모호한 실정이다. 추후, 심혈관질환 위험도 평가에 있어 대사증후군에 대한 어떠한 정의를 이용할 지에 대해 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다. 넷째, 심혈관질환의 발생에 관여하는 여러 가지 요인 중 업무에 기인하는 부분이 전체의 1~10%^{43,44)}를 차지한다고 알려져 있으나, 본 연구에서는 교대근무, 직무스트레스 등의 직업적인 요인을 고려하지 못하였다. 다섯째, 관상동맥 CT 혈관조영술은 민감도 82~100%, 특이도 78~98%, 음성예측도 95~98%^{19,45-49)}로 진단의 유용성이 제시되었지만 심혈관질환 발생을 예측하는 유일한 인자는 아니며, 불현성 심혈관질환의 발견에 있어서도 원위부 혈관이나 변연 분지의 협착 발견, 석회화 심한 병변의 협착 정도 평가에 어려움이 있다⁵⁰⁾.

결론적으로 Framingham risk score가 심혈관질환의 발병을 예측하는 위험도 평가로서 가장 타당한 도구였으며, 대사증후군은 제한적인 의미를 지니고 있음을 알 수 있었다. 특히, 한국산업안전보건공단에서 제공하고 있는 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)는 단일 시점의 혈압만을 이용하고 고혈압 기왕력자에 대한 고려를 하지 못하므로 심혈관질환 위험도 평가도구로 효과적이지 못함을 확인 할 수 있었다. 향후 다양한 위험예측지표들의 타당성과 활용가능성에 대한 지속적인 평가와 이를 근거로 한 개선된 관리기준이 시의 적절하게 제시되어야 할 것이며, 이를 통해 사업장 내에서 심혈관질환의 효율적인 관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

요 약

목적: 최근 심혈관질환의 유병률 및 사망률이 높아지면서 이에 대한 관리의 중요성이 증대되어 여러 가지 심혈관질환 위험도 평가 도구가 개발되었으며 이를 사업장 내에서 활용하려는 시도들이 이루어지고 있다. 하지만 이러한 심혈관질환 위험도 평가도구에 대해 비교한 연구는 현재까지 없는 실정이어서, 최근 활용도가 높아지고 있는 관상동맥 CT 혈관조영술 결과와 심혈관질환 위험도 평가도구로 널리 사용이 되고 있는 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA code H-46-2008), 대사증후군, Framingham risk score를 비교하고자 하였다.

방법: 2007년 1월부터 2009년 6월까지 건강진단을 목적으로 일개 대학병원에 내원하여 관상동맥 CT 혈관조영술을 포함한 건강검진을 시행한 31~70세 사이의 성인 남성 근로자 490명을 연구대상자로 선정하였다. 문진, 신체계측, 혈액검사를 통하여 여러 가지 심혈관질환 발병 위험인자에 대해 파악하였고, 이를 토대로 각각의 심혈관질환 위험 수준을 평가하여 관상동맥 CT 혈관조영술을 통해 확인한 관상동맥 석회화 및 협착과 비교 분석하였다. 또한 로지스틱 회귀분석을 통해 심혈관질환 위험도 평가도구들이 관상동맥 석회화 및 협착과 관계가 있는 유의한 예측 인자 인지를 알아보았다.

결과: 모든 심혈관질환 위험도 평가도구에서 위험수준이 증가함에 따라 관상동맥 석회화가 증가하는 경향을 보였으나, 대사증후군(OR=1.90, 95% CI 1.23~2.95)과 Framingham risk score (OR=2.71, 95% CI 1.83~4.01)만이 관상동맥 석회화의 유의한 예측지표이었고, 관상동맥 협착에서는 Framingham risk score만이 유의한 예측지표(OR=2.21, 95% CI 1.46~3.36)이었다. 또한 설명력에 있어서도 Framingham risk score에서 가장 높았다.

결론: Framingham risk score가 심혈관질환의 발병을 예측하는 위험도 평가로서 가장 타당한 도구였으며, 대사증후군은 제한적인 의미를 지니고 있었다. 특히, 심혈관질환 발병위험도 평가(KOSHA)는 단일 시점의 혈압만을 이용하고 고혈압 기왕력자에 대한 고려를 하지 못하므로 심혈관질환 위험도 평가도구로 효과적이지 못함을 확인 할 수 있었다. 향후 다양한 위험예측지표들의 타당성과 활용가능성에 대한 지속적인 평가와 이를 근거로 한 개선된 관리기준이 시의 적절하게 제시되어야 할 것이며, 이를 통한 사업장 내에서 심혈관질환의 효율적인 관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Korea National Statistical Office. Cause of Death Statistics. Available: http://www.kosis.kr/domestic/theme/do01_index.jsp [cited 14 January 2009]. (Korean)
- 2) Pasternak RC, Grundy SM, Levy D, Thompson PD. 27th Bethesda Conference: matching the intensity of risk factor management with the hazard for coronary disease events. Task Force 3. Spectrum of risk factors for coronary heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27(5):978-90.
- 3) Smith SC, Jr, Blair SN, Bonow RO, Brass LM, Cerqueira MD, Dracup K, Fuster V, Gotto A, Grundy SM, Miller NH, Jacobs A, Jones D, Krauss RM, Mosca L, Ockene I, Pasternak RC, Pearson T, Pfeiffer MA, Starke RD, Taubert KA. AHA/ACC guidelines for preventing heart attack and death in patients with atherosclerotic cardiovascular disease: 2001 Update. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation* 2001;104(13):1577-9.
- 4) Pearson TA, Blair SN, Daniels SR, Eckel RH, Fair JM, Fortmann SP, Franklin BA, Goldstein LB, Greenland P, Grundy SM, Hong Y, Miller NH, Lauer RM, Ockene IS, Sacco RL, Sallis JF Jr, Smith SC Jr, Stone NJ, Taubert KA. AHA guidelines for primary prevention of cardiovascular disease and stroke: 2002 update. *Circulation* 2002;106(3):388-91.
- 5) The Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trials results. I. Reduction in incidence of coronary heart disease. *JAMA* 1984;251(3):351-64.
- 6) Korea Occupational Safety and Health Agency. Risk assessment for the prevention of cardio-cerebrovascular disease at workplace (KOSHA Code H-11-2004). Available: <http://www.kosha.net/shdb/code/view.jsp> [cited 3 February 2009]. (Korean)
- 7) Korea Occupational Safety and Health Agency. Risk assessment for the prevention of cardio-cerebrovascular disease at workplace(KOSHA Code H-46-2008). Available: <http://www.kosha.net/shdb/code/list.jsp> [cited 3 February 2009]. (Korean)
- 8) NCEP-ATP III (National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III). Third report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. Available: <http://www.nhlbi.nih.gov/> [cited 1 February 2007].
- 9) Grundy SM, Hansen B, Smith SC, Smith SC, Cleeman JI, Kahn RA. Clinical management of metabolic syndrome report of the american heart association / National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Management. *Circulation* 2004;109(4):551-6.
- 10) National Institut of Health. Estimating coronary heart disease(CHD) risk using Framingham heart study prediction score sheets. Available: <http://www.nhlbi.nih.gov/about/framingham/riskabs.htm> [cited 31 Jun 2007].
- 11) De Backer G, Ambrosioni E, Borch-Johnsen K, Brotons C, Cifkova R, Dallongeville J, Ebrahim S, Faergeman O, Graham I, Mancia G, Cats VM, Orth-Gomér K, Perk J, Pyörälä K, Rodicio JL, Sans S, Sansoy V, Sechtem U, Silber S, Thomsen T, Wood D. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: third joint task force of European and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2003;10(4):1-78.
- 12) Walling A. New sheffield table for assessing coronary risks. Available: <http://www.aafp.org/afp/20000901/tips/9.html> [cited 31 Jun 2007].
- 13) D' Agostino, Vasan, Pencina, Wolf, Cobain, Massaro, Kannel. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2008;117(6):743-53.
- 14) Taylor AJ, Bindeman J, Feuerstein I, Cao F, Brazaitis M, O' Malley PG. Coronary calcium independently predicts incident premature coronary heart disease over measured cardiovascular risk factors: mean three-year outcomes in the Prospective Army Coronary Calcium (PACC) project. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46(5):807-14.
- 15) Shaw LJ, Raggi P, Schisterman E, Berman DS, Callister TQ. Prognostic value of cardiac risk factors and coronary artery calcium screening for all-cause mortality. *Radiology* 2003;228(3):826-33.
- 16) Kondos GT, Hoff JA, Sevrukov A, Daviglius ML, Garside DB, Devries SS, Chomka EV, Liu K. Electron-beam tomography coronary artery calcium and cardiac events: a 37-month follow-up of 5635 initially asymptomatic low- to intermediate-risk adults. *Circulation* 2003;107(20):2571-6.
- 17) LaMonte MJ, FitzGerald SJ, Church TS, Barlow CE, Radford NB, Levine BD, Pippin JJ, Gibbons LW, Blair SN, Nichaman MZ. Coronary artery calcium score and coronary heart disease events in a large cohort of asymptomatic men and women. *Am J Epidemiol* 2005;162(5):421-9.
- 18) O' Malley PG, Taylor AJ, Jackson JL, Doherty TM, Detrano RC. Prognostic value of coronary electron-beam computed tomography for coronary heart disease events in asymptomatic populations. *Am J Cardiol* 2000;85(8):945-8.
- 19) Namgung J, Choe HM, Kwon SU, Doh JH, Lee SY, Hur G, Lee WR. Diagnostic accuracy of 64-slice multi-detector CT coronary angiography for the evaluation of coronary artery disease. *Korean J Med* 2008;75(1):42-53. (Korean)
- 20) Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990;15(4):827-32.
- 21) Mautner SL, Mautner GC, Froehlich J, Feuerstein IM, Proschan MA, Roberts WC, Doppman JL. Coronary

- artery disease: prediction with in vitro electron beam CT. *Radiology* 1994;192(3):625-30.
- 22) Rumberger JA, Simons DB, Fitzpatrick LA, Sheedy PF, Schwartz RS. Coronary artery calcium area by electron-beam computed tomography and coronary atherosclerotic plaque area: a histopathologic correlative study. *Circulation* 1995;92(8):2157-62.
- 23) Raggi P, James G. Coronary calcium screening and coronary risk stratification. *Curr Atheroscler Rep* 2004;6(2):107-11.
- 24) Choi YS, Youn HJ, Jung SE, Choi YW, Lee DH, Park CS, Oh YS, Chung WS, Seung KB, Kim JH, Choi KB. The association between coronary artery calcification on MDCT and angiographic coronary artery stenosis. *Korean Circ J* 2007;37(4):167-72. (Korean)
- 25) Detrano R, Hsiai T, Wang S, Puentes G, Fallavollita J, Shields P, Stanford W, Wolfkiel C, Georgiou D, Budoff M, Reed J. Prognostic value of coronary calcification and angiographic stenoses in patients undergoing coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27(2):285-90.
- 26) Yoon JW, Yi KG, Oh JG, Lee SY. The relationship between metabolic syndrome and korean cardiocerebrovascular risk assessment: for male researchers in a workplace. *J Prev Med Public Health* 2007;40(5):397-403. (Korean)
- 27) Yi KJ, Hei HT, Kim DW, Kim IA, Kim SY, Rho JR, Mun JH. A comparison of KOSHA's cardiovascular disease risk assessment and the predicted 10-year risk of cardiovascular disease developed by Jee for a male workers at a wallpaper and floor covering manufacturer. *Korean J Occup Environ Med* 2009;21(2):174-83. (Korean)
- 28) World Health Organization, International Society of Hypertension Writing Group. 2003 World Health Organization (WHO)/International Society of Hypertension (ISH) statement on management of hypertension. *J Hypertens* 2003;21(11):1983-92.
- 29) Yikona JI, Wallis EJ, Ramsay LE, Jackson PR. Coronary and cardiovascular risk estimation in uncomplicated mild hypertension. A comparison of risk assessment methods. *J Hypertens*. 2002 Nov;20(11): 2127-30.
- 30) Collins R, Peto R, MacMahon S, Hebert P, Fiebach NH, Eberlein KA. Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 2: Short-term reductions in blood pressure: overview of randomized drug trials in their epidemiological context. *Lancet* 1990;335(8693):827-38.
- 31) D'Agostino RB Sr, Grundy S, Sullivan LM, Wilson P. Validation of the framingham coronary heart disease prediction scores: results of a multiple ethnic groups investigation. *JAMA* 2001;286(2):180-7.
- 32) McBride P. Triglycerides and risk for coronary artery disease. *Curr Atheroscler Rep* 2008;10(5):386-90.
- 33) Giuliano T, Valentina V, Sebastiano S, Massimo V. Multivariate risk assessment and risk score cards in hypertension. *Vascular Health and Risk Management* 2007;3(3):313-20.
- 34) Girman CJ, Rhodes T, Mercuri M, Pyorala K, Kjekshus J, Pederson T, Beere P, Gotto A, Clearfield M. The metabolic syndrome and risk of major coronary events in the scandinavian simvastatin survival study (4S) and the air force/Texas coronary atherosclerosis prevention study(AFCAPS/TexCAPS). *Am J Cardiol* 2004;93(2): 136-41.
- 35) Gami AS, Witt BJ, Howard DE, Erwin PJ, Gami LA, Somers VK, Montori VM. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Am Coll Cardiol* 2007;49(4):403-14.
- 36) McNeil AM, Rosamond WD, Girman CJ, Golden SH, Schmidt MI, East HE, Ballantyne CM, Heiss G. The metabolic syndrome and 11-year risk of incident cardiovascular disease in the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes Care* 2005;28(2):385-90.
- 37) Kim DH, Choi SY, Choi EK, Suh JW, Lee W, Kim YS, Yoon DH, Chung JW, Oh BH. Distribution of coronary artery calcification in an asymptomatic Korean population: Association with risk factors of cardiovascular disease and metabolic syndrome. *Korean Circ J* 2008;38(1):29-35. (Korean)
- 38) Nathan DW, Maria GS, Donna P, Amy G, Lisa MP, Brian W, Rory H, John DF, Sean H, Daniel SB. The metabolic syndrome, diabetes, and subclinical atherosclerosis assessed by coronary calcium. *J Am Coll Cardiol* 2003;41(9):1547-53.
- 39) Anderson KM, Wilson PW, Odell PM, Kannel WB. An updated coronary risk profile. A Statement for health professionals. *Circulation* 1991;83(1):356-62.
- 40) Haq IU, Ramsay LE, Jackson PR, Wallis EJ. Prediction of coronary risk for primary prevention of coronary heart disease: a comparison of methods. *QJM* 1999; 92(7):379-85.
- 41) Stern MP, Williams K, González-Villalpando C, Hunt KJ, Haffner SM. Does the metabolic syndrome improve identification of individuals at risk of type 2 diabetes and/or cardiovascular disease? *Diabetes Care* 2004;27(11):2676-81.
- 42) Brindle P, Beswick A, Fahey T, Ebrahim S. Accuracy and impact of risk assessment in the primary prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *Heart* 2006;92(12):1752-9.
- 43) Leigh JP, Markowitz SB, Fahs M, Shin C, Landrigan PJ. Occupational injury and illness in the United States. Estimates of costs, morbidity, and mortality. *Arch Intern Med* 1997;157(14):1557-68.
- 44) Markowitz SB, Fischer E, Fahs MC, Shapiro J, Landrigan PJ. Occupational disease in New York State: A comprehensive examination. *Am J Ind Med* 1989;16(4):417-35.
- 45) Hoffmann MH, Shi H, Schmitz BL, Schmid FT, Lieberknecht M, Schulze R, Ludwig B, Kroschel U, Jahnke N, Haerer W, Brambs HJ, Aschoff AJ.

- Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. *JAMA* 2005;293(20):2471-8.
- 46) Kuettner A, Beck T, Drosch T, Kettering K, Heuschmid M, Burqstahler C, Claussen CD, Kopp AF, Schroeder S. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary imaging using 16-detector slice spiral computed tomography with 188 ms temporal resolution. *J Am Coll Cardiol* 2005;45(1):123-7.
- 47) Leschka S, Alkadhi H, Plass A, Desbiolles L, Grunenfelder J, Marincek B, Wildermuth S. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. *Eur Heart J* 2005;26(15):1482-7.
- 48) Mollet NR, Cademartiri F, Krestin GP, McFadden EP, Arampatzis CA, Serruys PW, de Feyter PJ. Improved diagnostic accuracy with 16-row multi-slice computed tomography coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 2005;45(1):128-32.
- 49) Raff GL, Gallagher MJ, O' Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005;46(3):552-7.
- 50) Leber AW, Knez A, von Ziegler F, Becker A, Nikolaou K, Paul S, Wintersperger B, Reiser M, Becker CR, Steinbeck G, Boekstegers P. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2005;46(1):147-54.