

일개 철강회사 남성 근로자들에서 KOSHA 모형에 따른 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가와 Framingham Risk Score 체계의 활용

가천대학교 길병원 직업환경의학과

엄인용 · 최원준 · 이 들 · 오재석 · 이민기 · 윤종완 · 한상환

— Abstract —

Risk Assessment for Cardiovascular Diseases in Male Workers: Comparing KOSHA Guidelines and the Framingham Risk Score System

In-Yong Um, Won-Jun Choi, Deul Lee, Jae-Seok Oh, Min-Kee Yi, Jong-Wan Yoon, Sang-Hwan Han

Department of Occupational & Environmental Medicine, Gachon University Gil Medical Center

Objectives: This study aimed to investigate the 10-year risk of cardiovascular disease (CVD) by Framingham risk score (FRS) who classified as “healthy group” by Korean Occupational Safety and Health Agent (KOSHA)’s cardiovascular risk assessment.

Methods: The subjects of this study were 1,781 male workers in a large steel company. Health status was obtained periodically through medical examinations and questionnaires. We assessed cardiovascular risk using KOSHA guidelines and calculated the 10-year risk of cardiovascular disease using the Framingham risk score for those categorized to the “healthy group” by KOSHA guideline. A closer examination of cardiovascular risk factors was performed in 62 subjects paradoxically placed in the “healthy group” by KOSHA guidelines and the “high-risk group” by FRS.

Results: Among the “healthy group” by KOSHA’s cardiovascular risk assessment, 230(15.8%) subjects had more than 3 CVD risk factors and 62(4.2%) subjects were high risk group (more than 20%) in 10-years risk of CVD by Framingham risk score. Modifiable risk factors included cigarette smoking (96.8%), high serum total cholesterol (82.3%), high serum triglyceride (66.1%), insufficient physical activity (66.1%), and obesity (58.1%).

Conclusions: Among subjects with normal blood pressure, it seems that KOSHA guidelines underestimate CVD risk, identified by the Framingham risk score. For the effective prevention and management of CVD, modifiable risk factors, such as cigarette smoking, dyslipidemia, and obesity, need to be constructively controlled.

Key words: Cardiovascular diseases, KOSHA’s cardiovascular risk assessment, Framingham risk score

서 론

뇌·심혈관질환은 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증과 같은 질환과 흡연, 운동부족, 비만 등 여러 가지 위험인자에

의해 발생되며¹⁻³⁾, 사망률이 높고 사망하지 않는 경우에도 심각한 합병증을 초래하여 개인의 건강은 물론 가족과 사회적 자원의 손실을 야기시킬 수 있다⁴⁾. 2010년 우리나라의 총 사망자 255,403명 중 허혈성 심장질환, 동맥경

화증, 고혈압성 질환 등 순환계통의 질환에 의한 사망자는 56,126명으로 악성 신생물에 의한 사망자 72,046명에 이어 두 번째를 차지하고 있다⁵⁾. 또한 업무상 재해 통계를 보면 2010년 전체 업무상 질병 사망자 817명 중 뇌·심혈관 질환에 의한 사망자는 354명으로 전체 업무상 질병 사망의 43%를 차지하고 있다⁶⁾.

근로자들의 작업관련 뇌심혈관질환 예방을 위한 노력의 일환으로 한국산업안전보건공단에서는 “직장에서의 뇌·심혈관질환 예방을 위한 발병도평가 및 사후관리지침(이하 KOSHA Guideline)”을 제정, 발표하였다⁷⁾. 이 지침에서는 혈압수준과 위험인자 보유개수 또는 표적장기 손상 내지 질병동반여부에 따라 뇌·심혈관질환 발병위험도를 “건강군”, “저위험군”, “중등도위험군” 및 “고위험군”으로 분류한다. 고혈압이 없을 경우라도 뇌·심혈관질환 발병위험인자가 있으면서 저밀도 지질단백 콜레스테롤(LDL-콜레스테롤) 수준이 높은 경우는 발병위험이 상대적으로 높다는 점을 감안하여 위험군 분류와 이상지질혈증에 대한 치료원칙을 제시하고 있다. 이 지침은 혈압 측정 및 문진, 신체계측, 혈액검사 결과를 통해 비교적 간단하게 발병위험도를 평가하여 사업장에서의 사후관리에 적용하기에 용이한 장점이 있다. 하지만 세계보건기구(WHO)와 국제 고혈압학회(ISH)에서 제시한 고혈압관리지침⁸⁾을 토대로 만들어졌기 때문에 측정된 혈압을 기준으로 초기 분류가 이루어지므로, 고혈압 존재여부가 위험군 분류의 주된 기준으로 작용한다.

뇌·심혈관질환의 위험인자를 계속하고 이를 바탕으로 질환에 이환될 확률을 추정하는 대표적인 방법으로 Framingham risk score(FRS)⁹⁾를 들 수 있다. 이는 Framingham cohort study를 기반으로 만들어 졌으며 성별, 연령, 흡연여부, 수축기 혈압, 총 콜레스테롤, 고밀도 지질단백 콜레스테롤(HDL-콜레스테롤)에 따라 점수를 부여하여 합산한 총점을 바탕으로 10년 내의 뇌·심혈관질환 위험도를 예측한다.

본 연구에서는 일개 대형 철강회사 남성 근로자들을 대상으로 KOSHA Guideline에 따라 뇌·심혈관질환 발병 위험도를 평가하고, 이에 따라 건강군으로 분류된 근로자들의 뇌·심혈관질환 위험인자 분포를 파악하며, FRS를 활용하여 뇌·심혈관질환 발병위험도를 비교함으로써 보다 체계적인 뇌·심혈관질환 발병위험평가에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상 및 자료수집

본 연구는 일개 대학병원에서 2011년 1월부터 2011년

12월까지 건강진단을 시행한 인천지역에 위치한 1개 철강회사 근로자를 대상으로 수행되었다. 총 2,400명의 수검자 중 여성 51명을 제외한 남성 근로자는 2,349명을 연구대상으로 하였다. 이 중 30세 미만 485명과 검사나 설문결과가 누락된 83명을 제외한 1,781명을 최종 분석 대상으로 하였다. 자료는 건강검진 결과와 검진시 실시한 자기기입식 설문조사를 통하여 확보하였다.

2. 조사 변수

의사 문진을 통해 생활습관(흡연, 운동습관 등), 가족력(뇌졸중, 협심증, 심근경색 등), 병력(고혈압, 고지혈증, 당뇨병 및 심혈관 질환 등)을 확인하였다. 충분한 신체활동은 주 3회 이상, 한번에 30분 이상 신체활동을 하는 경우로 정하였다. 혈압 측정은 5분 이상 안정을 취한 후 등받이 있는 의자에 앉은 자세로 상완부를 심장 높이에 둘 수 있게 하여 자동 혈압계를 통해 수축기, 이완기 혈압을 기록하였으며, 이미 고혈압 치료를 받고 있는 경우와 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 90 mmHg 이상인 경우를 고혈압으로 하였다. 신체계측을 통해 체질량지수를 산출하여 체질량지수 25 kg/m² 이상인 경우를 비만으로 하였다. 8시간 이상 금식한 상태에서 정맥 채혈하여 혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지질단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, 이하 LDL-콜레스테롤), 고밀도 지질단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, 이하 HDL-콜레스테롤)등을 측정하였다. 이미 당뇨 치료를 받고 있거나 공복혈당 126 mg/dL 이상인 경우를 당뇨병으로 하였으며, 흉부단순방사선 촬영을 통해 좌심실 비대 여부를 확인하고, 요단백 양성 여부 등을 통해 표적장기 손상을 확인하였다.

3. 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가

1) KOSHA Guideline에 따른 평가

측정한 혈압에 따라 정상(수축기 혈압 140 mmHg 미만이며 이완기 혈압 90 mmHg 미만), 1도 고혈압(수축기 혈압 140~159 mmHg 또는 이완기 혈압 90~99 mmHg), 2도 고혈압(수축기 혈압 160~179 mmHg 또는 이완기 혈압 100~109 mmHg), 3도 고혈압(수축기 혈압 180 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 110 mmHg 이상)으로 분류하였다. 위험인자의 개수는 연령(55세 이상), 현재 흡연, 고콜레스테롤혈증(총콜레스테롤 240 mg/dL 이상 또는 LDL-콜레스테롤 160 mg/dL 이상), 저HDL-콜레스테롤혈증(HDL-콜레스테롤 40 mg/dL 미만), 직계가족의 심혈관질환 조기 발병력(50세 이전 발

병), 비만(체질량지수 25 kg/m^2 이상), 신체활동부족(주 3회 이상, 1회 30분 이상의 규칙적인 운동을 하지 않는 경우)을 합산하여 구하였고, HDL-콜레스테롤 수치가 60 mg/dL 이상인 경우는 위험인자 개수에서 하나를 감하였다. 표적 장기 손상은 단백뇨 양성(소변 스틱검사 1+ 이상), 좌심실비대(심전도 또는 흉부방사선촬영상 좌심실비대) 중 하나 이상에 해당하는 경우로 하였다. 이를 토대로 뇌심혈관질환 발병위험수준을 건강군(혈압 수준이 정상이고 당뇨나 뇌 · 심혈관질환의 병력 또는 표적장기 손상이 없을 때), 저위험군(1도 고혈압이면서 위험인자가 없을 때), 중등도위험군(1도 고혈압이면서 위험인자가 1~2개 있을 때 또는 2도 고혈압이면서 위험인자가 2개 이하일 때), 고위험군(3도 고혈압 또는 고혈압이 있으면서 위험인자가 3개 이상 또는 표적장기 손상이나 당뇨, 뇌 · 심혈관질환의 병력이 있을 때)으로 분류하였다. 이때, 저위험군에 해당하는 대상자의 수는 4명으로 적어서 저위험군과 중등도위험군을 합쳐서 저-중등도 위험군으로 분류하였다.

2) FRS에 의한 10년 내 뇌 · 심혈관질환 발생위험도 평가

FRS에 따른 뇌 · 심혈관질환 발생위험도 평가는 각 위험인자의 수준에 따라 점수를 산정한 후 그 점수를 합하여 향후 10년 내 뇌심혈관질환 발생확률을 추정하는 방식으로 이루어진다⁹⁾. 이 방식에서는 연령, HDL-콜레스테롤, 수축기 혈압, 흡연 여부, 당뇨를 위험인자로 선정하고 있다. 대상자마다 각 위험인자의 점수를 합산하여 총점을 산정한 후 14점 이하는 저위험군(10년 내 발병 위험도 20% 미만)과 15점 이상은 고위험군(10년 내 발병 위험도 20% 이상)으로 분류하였다.

4. 분석방법

전체 대상의 연령, 체질량지수, 흡연여부, 고혈압, 당뇨, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, 직계 가족의 심혈관질환 조기발병여부, 충분한 신체활동여부에 대하여 빈도분석을 실시하였다.

KOSHA Guideline에 따라 뇌 · 심혈관질환 발병위험도 평가를 실시하여 건강군, 저-중등도위험군, 고위험군으로 분류하였고, 각 군에서 FRS를 바탕으로 뇌 · 심혈관질환 발병위험도를 55세 미만과 이상으로 나누어 비교하였다.

KOSHA Guideline에 따라 건강군으로 분류된 대상자들에 대하여 FRS를 바탕으로 심혈관질환 발병위험도를 평가하고 대상자가 가지고 있는 뇌 · 심혈관질환 위험인자의 종류 및 개수에 대하여 빈도분석을 실시하였다.

또한, 뇌 · 심혈관질환 위험인자들을 교정 가능한 것과 교정 불가능한 것으로 나누어 각 군에서 위험인자들의 분포에 관하여 분석하였다.

KOSHA Guideline에 따라 건강군으로 분류된 대상자들 중 FRS에 의한 심혈관 발병위험도가 20%이상인 62명에 대하여 위험인자들의 분포를 분석하였다.

통계분석은 SPSS version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하였으며 통계적 유의수준은 p-value 0.05로 하였다.

결 과

1. 일반적 특성

대상의 연령은 50세 이상이 819명으로 전체의 46%를 차지했고, 40대 578명(32.5%), 30대 384명(21.5%)순이었다. 비만인 경우가 761명으로 전체의 42.7%였고, 현재 흡연자는 786명(44.1%)이었다. 고혈압으로 분류된 경우가 145명(8.1%), 당뇨로 분류된 경우는 170명(9.5%)이었으며, 총콜레스테롤 240 mg/dL 이상인 경우가 204명(11.5%), 중성지방 150 mg/dL 이상인 경우는 799명(44.9%), LDL-콜레스테롤 160 mg/dL 이상인 경우가 98명(5.5%), 저HDL-콜레스테롤혈증 176명(9.9%)이었다. 직계 가족 중 50세 이전에 심장질환이 발병한 경우가 171명(9.6%)이었고, 충분한 신체활동을 하고 있지 않는 대상자는 1,214명(68.2%)이었다(Table 1).

2. KOSHA Guideline과 FRS에 따른 뇌 · 심혈관질환 발병위험도 평가

KOSHA Guideline에 따른 뇌 · 심혈관질환 발병위험도 평가에서 건강군이 1,459명 (81.9%), 저-중등도위험군이 55명(3.1%), 고위험군이 267명(15.0%)이었고, FRS에 의한 뇌 · 심혈관질환 발병위험도 평가결과 발병위험도 20% 미만(저위험군)이 1,622명(91.1%), 20% 이상(고위험군)이 159명(8.9%)이었다(Table 2).

KOSHA Guideline에 따른 뇌 · 심혈관질환 발병위험도 평가에서 건강군으로 분류된 사람들 중 FRS에 의한 뇌 · 심혈관질환 발병 고위험군인 경우는 55세 미만에서는 23명(1.9%)이었고, 55세 이상에서는 39명(14.4%)이었다.

KOSHA Guideline에 따른 뇌 · 심혈관질환 발병위험도 평가에서 고위험군으로 분류된 사람들 중 55세 미만에서는 FRS에 의한 뇌 · 심혈관질환 발병 위험도가 저위험군 119명(73.9%), 고위험군 42명(26.1%)이었고, 55세

Table 1. General characteristics of the subjects (N=1,781)

Variables	N (%)
Age (years)	
30-39	384 (21.5)
40-49	578 (32.5)
50-	819 (46.0)
Body mass index (kg/m ²)	
<25	1,020 (57.3)
≥ 25	761 (42.7)
Current smoking	
No	995 (55.9)
Yes	786 (44.1)
Hypertension*	
No	1,636 (91.9)
Yes	145 (8.1)
Diabetes†	
No	1,611 (90.5)
Yes	170 (9.5)
Total cholesterol (mg/dL)	
<240	1,577 (88.5)
≥ 240	204 (11.5)
HDL-cholesterol (mg/dL)	
≥ 40	1,605 (90.1)
<40	176 (9.9)
Triglyceride (mg/dL)	
<150	982 (55.1)
≥ 150	799 (44.9)
LDL-cholesterol (mg/dL)	
<160	1,683 (94.5)
≥ 160	98 (5.5)
History of premature CVD in first-degree relatives‡	
No	1,610 (90.4)
Yes	171 (9.6)
Physical activity	
Sufficient§	567 (31.8)
Insufficient	1,214 (68.2)

*systolic blood pressure >140 mmHg or diastolic blood pressure >90 mmHg or under treatment for hypertension.

†fasting blood sugar >126 mg/dL or under treatment for diabetes mellitus.

‡cardiovascular diseases before 50.

§physical activity for 30 minutes or more per a time, 3 times or more per week.

이상에서는 저위험군 52명(49.1%), 고위험군 54명(50.9%)이었다(Table 2).

FRS에 의한 분류를 gold standard로 하고, KOSHA Guideline에 따른 위험도 평가의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 산출하였다. FRS에 따른 고위험군은 10년 내 발병위험도 20% 이상을 기준으로 하고 있으므로, WHO/ISH에서 제시하고 있는 바에 따라 KOSHA Guideline에서 건강군, 저-중등도 위험군으로 분류된 경우를 저위험군(발병위험도 20% 미만)으로 묶어

분석하였다. 민감도는 전체 연령대에서 60.4%, 55세 미만에서 64.6%, 55세 이상에서 57.4%였으며, 특이도는 전체 연령대에서 89.5%, 55세 미만에서 91.1%, 55세 이상에서 82.1%였다. 양성예측도는 전체 연령대에서 36.0%, 55세 미만에서 26.1%, 55세 이상에서 50.9%였고, 음성예측도는 전체 연령대에서 95.8%, 55세 미만에서 98.1%, 55세 이상에서 85.6%였다.

3. KOSHA Guideline에 따른 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가결과 건강군으로 분류된 사람들의 뇌·심혈관질환 위험인자

KOSHA Guideline에 따른 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가에서 건강군으로 분류된 사람들은 모두 1,459명이었는데, 이 중 KOSHA Guideline에서 제시한 뇌·심혈관질환의 위험인자를 하나도 가지고 있지 않은 경우는 232명(15.9%)이었고, 1~2개의 위험인자를 가지고 있는 대상자가 997명(68.3%)이었으며, 230명(15.8%)은 3개 이상의 위험인자를 가지고 있었다. 각각의 위험인자의 분포는 55세 이상의 연령 271명(18.6%), 현재 흡연 661명(45.3%), 고콜레스테롤혈증 168명(11.5%), 저HDL-콜레스테롤혈증 143명(9.8%)이었다. 직계 가족 중 심혈관질환 조기발병이 있었던 대상자는 139명(9.5%), 비만 590명(40.4%), 신체활동이 충분하지 못한 경우가 1,006명(69.0%)이었다(Table 3).

FRS에 의한 뇌·심혈관질환 발병위험도 저위험군에서는 교정 가능한 뇌·심혈관질환의 위험인자 중 흡연이 601명(43.0%), 중성지방 150 mg/dL 이상인 경우가 598명(42.8%), 비만이 554명(39.7%)으로 나타났다. FRS에 의한 발병 위험도평가에서 연령과 흡연여부, 비만도, 중성지방 150 mg/dL이상인 경우, 저 HDL혈증 등은 저위험군과 고위험군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 3).

KOSHA Guideline에 따른 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가에서 건강군으로 분류된 1,459명 중 FRS를 이용한 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가에서 고위험군(발병위험도 20%이상)으로 분류된 사람은 62명이었다. 흡연을 하는 경우가 60명(96.8)이었고, 총 콜레스테롤 240 mg/dL 이상인 경우가 51명(82.3%), 중성지방 150 mg/dL 이상인 경우가 41명(66.1%), 충분한 신체활동을 하지 못하는 경우가 41명(66.1%), 비만인 경우가 36명(58.1%)이었다 (Table 4).

고 찰

본 연구에서는 일개 철강회사 남성 근로자를 대상으로

Table 2. CVD risk assesment by KOSHA guidelines and Framingham risk score according to the age group

Age group	CVD risk assesment by KOSHA guideline	FRS* < 20%	FRS ≥ 20%
		N (%)	N (%)
All age	Healthy group	1,397 (95.8)	62 (4.2)
	Low-midium risk	54 (98.2)	1 (1.8)
	High risk	171 (64.0)	96 (36.0)
<55	Healthy group	1,165 (98.1)	23 (1.9)
	Low-midium risk	48 (100.0)	0 (0.0)
	High risk	119 (73.9)	42 (26.1)
≥ 55	Healthy group	232 (85.6)	39 (14.4)
	Low-midium risk	6 (85.7)	1 (14.3)
	High risk	52 (49.1)	54 (50.9)

*FRS, 10-year risk of CVD by Framingham risk score.

Table 3. 10-year risk of CVD by Framingham risk score according to the CVD risk factors among subjects who classified as “healthy group” in CVD risk assesment by KOSHA guidelines (n=1,459)

Variables	FRS* < 20%	FRS ≥ 20%	p value
	N (%)	N (%)	
Number of KOHSA’s risk factors			
None	232 (16.6)	0 (0.0)	<0.001
1-2	984 (70.4)	13 (21.0)	
≥ 3	181 (13.0)	49 (79.0)	
Unmodifiable risk factors			
Age (years)			
<55	1,165 (83.4)	23 (37.1)	<0.001
≥ 55	232 (16.6)	39 (62.9)	
History of premature CVD in first-degree relatives [†]			
No	1,266 (90.6)	54 (87.1)	0.355
Yes	131 (9.4)	8 (12.9)	
Modifiable risk factors			
Obesity (BMI ≥ 25)			
No	843 (60.3)	26 (41.9)	0.004
Yes	554 (39.7)	36 (58.1)	
Current smoking			
No	796 (57.0)	2 (3.2)	<0.001
Yes	601 (43.0)	60 (96.8)	
Total cholesterol ≥ 240 (mg/dL)			
No	1,249 (89.4)	51 (82.3)	0.077
Yes	148 (10.6)	11 (17.7)	
LDL-cholestelol ≥ 160 (mg/dL)			
No	1,314 (94.5)	57 (91.9)	0.398
Yes	77 (5.5)	5 (8.1)	
Triglyceride ≥ 150 (mg/dL)			
No	799 (57.2)	21 (33.9)	<0.001
Yes	598 (42.8)	41 (66.1)	
HDL-cholestelol < 40 (mg/dL)			
No	1,277 (91.4)	39 (62.9)	<0.001
Yes	120 (8.6)	23 (37.1)	
Physical activity			
Sufficient [†]	432 (30.9)	21 (33.9)	0.618
Insufficient	965 (69.1)	41 (66.1)	

*FRS, 10-years risk of CVD by Framingham risk score.

[†]cardiovascular diseases before 50.

[†]physical activity for 30 minutes or more per a time, 3 times or more per week.

Table 4. Characteristics of the subjects who classified as high risk group by FRS among healthy group by KOSHA guidelines (n=62)

Variables	N (%)
Age (years)	
<55	23 (37.1)
≥ 55	39 (62.9)
Body mass index (kg/m ²)	
<25	26 (41.9)
≥ 25	36 (58.1)
Current smoking	
No	2 (3.2)
Yes	60 (96.8)
Total cholesterol (mg/dL)	
<240	11 (17.7)
≥ 240	51 (82.3)
HDL-cholesterol (mg/dL)	
≥ 40	39 (62.9)
<40	23 (37.2)
Triglyceride (mg/dL)	
<150	21 (33.9)
≥ 150	41 (66.1)
LDL-cholesterol (mg/dL)	
<160	57 (91.9)
≥ 160	5 (8.1)
History of premature CVD in first-degree relatives*	
No	54 (87.1)
Yes	8 (12.9)
Physical activity	
Sufficient †	21 (33.9)
Insufficient	41 (66.1)

*cardiovascular diseases before 50.

†physical activity for 30 minutes or more per a time, 3 times or more per week.

KOSHA Guideline에 따른 뇌·심혈관질환 발병위험도를 평가하고, 그 중 건강군으로 분류된 사람들을 중심으로 FRS를 이용한 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가와 그 위험인자들에 대하여 분석하였다. KOSHA Guideline에 따라 건강군으로 분류된 1,459명 중 232명(15.9%)만이 뇌·심혈관질환 위험인자를 가지고 있지 않았으며, 3개 이상의 위험인자를 가진 경우도 230명(15.8%)이었다. 건강군 중에서 FRS에 의한 뇌·심혈관질환 발병위험도가 고위험군(20%이상)으로 분류된 경우가 62명(4.2%)이었으며, 흡연, 높은 총콜레스테롤 농도, 낮은 HDL-콜레스테롤 농도, 비만 등 교정 가능한 위험인자들의 분포를 확인할 수 있었다.

KOSHA Guideline은 WHO/ISH(2003)⁸⁾을 주로 참조하여 만들어졌다. 세계보건기구와 국제고혈압학회(WHO/ISH)에서 제시한 뇌·심혈관계질환 발병위험도 평가기준은 고혈압의 치료지침을 중점적으로 제시하기 위

하여 혈압 수준을 중심으로 위험인자의 수를 셈하고 표적장기의 동반질환 여부를 고려하여 뇌·심혈관계질환 발병 위험도를 예측하게 되어있다. WHO/ISH의 분류 목적은 정확한 심혈관질환 발병 예측보다는 심혈관질환 위험에 대해 간단하고 빠르게 평가하여 사업장 근로자 집단에서의 고위험군에 대한 고혈압을 관리하는 것에 있으며, 아시아지역 인구의 건강자료를 바탕으로 만들어졌으므로 한국인의 건강특성에 더 잘 반영되어있다. 하지만 혈압이 정상 또는 고혈압 전단계인 경우 표적장기 손상(좌심실비대, 단백뇨, 죽상동맥경화증, 고혈압성망막증 등)이 없거나, 당뇨, 뇌혈관 질환(허혈성 뇌졸중, 뇌출혈), 심장질환(심근경색증, 관상동맥재건술), 신장질환(당뇨병성신증, 신부전), 말초혈관질환 등의 동반질환이 없는 경우는 위험군으로 분류되지 않을 수 있다.

FRS는 Framingham 코호트에 기초하여 1960년대부터 심혈관질환의 위험도를 예측하기 위해 시작되었으며, 총콜레스테롤, 고밀도 지질단백 콜레스테롤, 수축기 혈압, 고혈압 치료여부, 흡연상태 등의 여러 위험인자를 종합적으로 평가하여, 이를 바탕으로 10년 내 뇌·심혈관질환 발생의 위험도를 수치로 제시한다. FRS는 미국 일개지역 주민을 대상으로 한 코호트 연구로 중산층 백인들을 그 대상으로 하였는데, 백인과 흑인에서는 뇌·심혈관질환의 발생을 잘 예측할 수 있지만, 그 외의 인종에서는 실제보다 발생률이 과대평가 될 수 있다는 단점이 보고되어 있다^{9,10)}. 하지만 국내 연구들에서 Kim 등은 관상동맥경화증 환자에서 총 경동맥의 내중막 두께와 FRS가 유의한 상관관계가 있으며, 이는 관상동맥 질환의 중등도와도 관련이 있다고 보고하였다¹¹⁾. 또한 FRS, 대사증후군, KOSHA 기준에 의한 심혈관질환 발병위험도 평가 결과를 관상동맥 CT 혈관조영술 결과와 비교한 연구에서 관상동맥 석회화의 경우 대사증후군과 FRS, 관상동맥 협착의 경우 FRS 만이 유의한 예측지표이며, 설명력에 있어 FRS가 가장 높았다고 보고된 바 있다¹²⁾.

뇌·심혈관질환 발병 위험도평가 모형과 관련한 다른 연구들에서 Versteyleen 등은 FRS⁹⁾, PROCAM risk score¹³⁾, SCORE risk score¹⁴⁾, Diamond Forrester risk score¹⁵⁾의 심혈관질환 발병 예측력을 비교하여 안정형 협심증 환자에서 FRS와 SCORE가 PROCAM이나 Diamond Forrester보다 더 좋은 예측력을 가짐을 보고하였다¹⁶⁾.

Lee 등은 KOSHA 모형에 따른 심혈관질환 위험인자가 3개 이상인 경우 한국인 허혈성 심질환 발생예측모형(Jee's 모형)¹⁷⁾에서 10년 이내 허혈성 심질환 발생 위험도가 크게 증가하였으며(OR 34.4, 95% CI 4.4~267.2), KOSHA 모형에서 저·중등도위험군, 고위험군의 경우 Jee's 모형에서 허혈성 심질환 발생 위험도가 정상군에

비해 통계적으로 유의하게 높아, 사업장에서 KOSHA 모형을 이용한 심혈관질환 발병위험도 평가가 의미를 가진다는 연구결과를 발표하였다¹⁸⁾.

본 연구에서 KOSHA Guideline에 따른 뇌·심혈관질환 위험도평가 결과 55세 미만인 경우 1,188명이 건강군으로 분류되었고, 이 중 FRS에 따라 평가한 뇌·심혈관질환 발병위험도가 고위험군인 경우는 1.9%(23명)이었다. 하지만 55세 이상인 경우 271명의 건강군 중 14.4%(39명)가 고위험군으로 분류되었으며, 연령층에 따른 KOSHA Guideline의 민감도, 특이도 등을 산출하였을 때, 55세 이상에서 민감도, 특이도, 음성예측도가 상대적으로 낮게 나타났다. 특히, 55세 이상에서는 민감도와 음성예측도가 낮게 나타나, KOSHA Guideline을 적용할 경우 고령층에서는 뇌심혈관계 질환 발병위험이 저평가될 가능성이 있는 것으로 보인다. 건강한 성인의 경우에도 연령이 증가함에 따라 심혈관계 합병증 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 알려진 중심대동맥의 경직도가 증가한다는 연구가 있으며^{19,20)}, 관상동맥 협착의 예측지표인 관상동맥 석회화 정도가 남성의 경우 50세 이상, 여성의 경우 60세 이상에서 급격히 증가한다고 보고되었다^{21,22)}. 고령 근로자에서는 KOSHA기준에 의한 위험도평가 외에 FRS등 다른 평가기준을 이용한 위험도평가를 함께 실시하는 것이 평가의 타당성을 높일 수 있을 것이며, 뇌·심혈관질환의 효율적 예방 및 관리를 위하여 흡연, 이상지질혈증, 비만도, 적절한 신체활동 등의 교정 가능한 위험인자에 대해 보다 적극적인 관리 및 조절의 필요가 있을 것이다.

본 연구에서 KOSHA Guideline을 통해 건강군으로 분류된 근로자들(1,459명) 중 62명(4.2%)은 FRS에서 고위험군으로 분류되었으며, 이들은 흡연, 이상지질혈증, 비만등의 위험인자를 가지고 있었다.

전체 대상 근로자들의 흡연률은 44.1%였으며 혈압이 정상인 건강군에서도 흡연자의 비율이 45.3%로써, 이들의 FRS에 의한 뇌·심혈관질환 발병위험도를 높이는 데 큰 영향을 미친 것으로 생각된다. 흡연은 전 세계적으로 가장 중요한 보건 문제 중 하나로, 이상지질혈증을 유발시키고, 혈소판의 응집능을 증가시켜 내피세포의 손상을 야기함으로써 뇌·심혈관질환의 위험요인으로 작용한다고 알려져 있다²³⁾. 또한, 직접 흡연뿐 아니라 작업장 내 간접흡연에 의한 건강 영향으로 담배에 포함된 발암성 물질에의 노출을 비롯하여²⁴⁾ 뇌·심혈관질환과 천식, 만성폐쇄성폐질환, 폐렴, 폐암 등의 호흡기질환 발생률 증가²⁵⁾ 등이 보고되어 있으며, 직장 내 간접흡연에 노출시 심근경색증이 증가한다는 연구결과도 있다²⁶⁾. 직, 간접흡연으로 인한 근로자의 건강영향을 최소화함과 더불어 안전한 작업환경을 보장해야한다는 측면에 있어서도 직장 내 급

연 정책을 통해 적극적으로 흡연률을 감소시킬 필요성이 있을 것이다.

본 연구에서 KOSHA Guideline에 따른 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가에서 건강군이더라도 HDL-콜레스테롤 40 mg/dL 미만인 경우와 중성지방 150 mg/dL 이상인 경우 FRS에 의한 뇌·심혈관질환 발병위험도가 고위험군에 해당할 확률이 유의하게 높았다($p < 0.05$). 뇌·심혈관질환 위험요인 중 이상지질혈증은 적극적 관리가 필요한 중요한 인자로 알려져 있다²⁷⁾. 총콜레스테롤 260 mg/dL 이상인 경우는 160 mg/dL 이하인 경우에 비하여 심혈관계 질환 발생률이 유의하게 높았으며²⁸⁾, LDL-콜레스테롤이 130 mg/dL 이상일 때 뇌·심혈관질환 유병률은 4배 이상 증가하며, LDL-콜레스테롤이 130 mg/dL 이상이면 중성지방이 150 mg/dL 이상인 경우는 뇌·심혈관질환 발생위험이 5배 증가한다는 연구결과도 있다²⁹⁾. HDL-콜레스테롤의 농도를 높이는 것이 심혈관질환의 위험률 감소에 효과적이라는 결과도 보고되고 있는데, HDL-콜레스테롤이 40 mg/dL 이하인 사람에서 관상동맥 질환 발생률이 증가하며 LDL-콜레스테롤이 높더라도 HDL-콜레스테롤이 65 mg/dL 이상으로 높은 경우 관상동맥 질환에 예방효과가 있어, HDL-콜레스테롤과 관상동맥질환의 사망률 및 유병률 간에는 역상관관계가 있는 것으로 보고되고 있다^{9,14,30)}.

KOSHA의 기준에 의한 뇌·심혈관 발병위험도 평가에서 건강군이더라도 비만인 경우(체질량지수 25 kg/m² 이상) FRS에 의한 뇌·심혈관질환 발병위험도가 고위험군일 확률이 유의하게 높았다($p = 0.004$). 1996년 미국심장협회(American Heart Association)에서는 비만이 심혈관질환을 일으키는 주요 위험요인의 하나임을 공표한 바 있다³¹⁾. 비만한 사람은 체내 지방 증가에 의해 인슐린 저항성이 발생하게 되며 이는 교감신경계 활성화를 유발하여 심박출량과 말초혈관의 저항을 증가시키고³²⁾, 세뇨관에서의 나트륨 재흡수를 증가시켜 혈압을 상승시키는 것으로 알려져 있다³³⁾. 또한 체지방 과다는 남녀 모두에서 공복혈당을 증가시키고³⁴⁾, HDL-콜레스테롤의 농도를 감소시키며 중성지방의 농도는 증가시킨다고 보고되어 있다^{35,36)}. Nurse's heart study에 따르면 체질량지수 21 kg/m²를 기준으로 할 때 관상동맥질환 발생 위험이 체질량지수 25~29 kg/m² 인 경우 2.06배, 30 kg/m² 이상인 경우 3.56배로 늘어난다고 한다³⁷⁾. 따라서 뇌·심혈관질환 발병예방을 위하여 혈압이 고혈압기준 이하로 조절된다 하더라도 적당한 운동과 식이조절을 통한 체중조절이 필요할 것이다.

이 연구의 단점은 다음과 같다. 첫째, 건강검진 시 수집된 결과를 이용함으로써 나타나는 건강 근로자 효과를 배제할 수 없다. 둘째, 여러 연구들이 직무스트레스

와 뇌·심혈관질환의 발생에 연관성이 있음을 보고하고 있으나^{4,38-41)}, 본 연구에서 이용한 건강검진 자료에는 이들 인자들에 대한 정보가 포함되지 않아 그 영향을 고려하지 못하였다. 셋째, 일개 회사의 남성 근로자를 대상으로 시행한 단면연구로써 인과관계를 확인하기 위해서는 추가적 연구가 필요하며, 연구결과를 일반화하는 것에는 제한이 따른다.

KOSHA Guideline 따른 뇌·심혈관질환 위험도평가에서는 고혈압이 없을 경우 위험군 분류가 이루어지지 않음에 따라 건강군으로 분류된 사람들 중에서도 흡연이나 이상지질혈증, 비만 등의 위험요인을 가지고 있는 경우가 상당수 있었다. 특히, 55세 이상의 고령층 중 고혈압이 없는 대상자들은 KOSHA Guideline에 따라 뇌·심혈관질환 위험도평가를 할 경우 FRS에 비해 위험도가 저평가되는 것으로 보인다. 사업장 내에서 뇌·심혈관질환의 위험군을 세부적으로 분류하고, 특정 집단별로 보다 적절한 평가방법을 적용하는 것이 질환의 효율적인 예방과 관리에 있어 필요할 것으로 생각된다.

요 약

목적: 한국산업안전보건공단(KOSHA) 지침에 따른 뇌·심혈관질환 위험도평가에서 건강군으로 분류된 사람들을 대상으로 Framingham risk score (FRS)를 이용하여 뇌·심혈관질환 발병위험도를 평가하고 그 위험요인을 분석한다.

방법: 인천지역 1개 철강회사의 남성근로자 1,781명을 대상으로 정기검진 시 시행한 의사 문진, 신체계측, 임상검사 결과를 토대로 하여 KOSHA Guideline에 따라 뇌·심혈관질환 발병위험도 평가를 시행하고, 이들 중 건강군으로 분류된 사람들을 대상으로 FRS에 따라 뇌·심혈관질환 발병위험도를 평가하였다. KOSHA Guideline에 의한 발병위험도 평가에서 건강군으로 분류된 사람들 중 FRS에 따른 발병위험도 평가결과 고 위험군인 62명에 대해서 뇌·심혈관질환의 위험인자 분포를 조사하였다.

결과: KOSHA Guideline에 따라 건강군으로 분류된 1,459명 중 232명(15.9%)만이 뇌·심혈관질환 위험인자를 가지고 있지 않았으며, 3개 이상의 위험인자를 가진 경우도 230명(15.8%)이었다. 건강군 중에서 FRS에 의한 뇌·심혈관질환 발병위험도가 고위험군(20%이상)으로 분류된 경우가 62명(4.2%)이었으며, 흡연(96.8%), 총콜레스테롤 240 mg/dL 이상(82.3%)인 경우, 중성지방이 150 mg/dL 이상인 경우(66.1%), 신체활동부족(66.1%), 비만(58.1%) 등 교정 가능한 위험인자들을 가지고 있었다.

결론: KOSHA Guideline 따른 뇌·심혈관질환 위험

도 평가에서 건강군으로 분류된 사람들에게 대해 뇌·심혈관질환 위험요인을 조사한 결과, 흡연이나 이상지질혈증, 비만 등의 위험요인을 가지고 있는 경우가 상당수 있음을 알 수 있었다. 특히, 55세 이상의 고령층 중 고혈압이 없는 대상자들은 KOSHA Guideline에 따라 뇌·심혈관질환 위험도평가를 할 경우 FRS에 비해 위험도가 저평가되는 것으로 보인다. 사업장 내에서 뇌·심혈관질환의 위험군을 세부적으로 분류하고, 특정 집단별로 보다 적절한 평가방법을 적용하는 것이 질환의 효율적인 예방과 관리에 있어 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Poirier P. Healthy lifestyle: even if you are doing everything right, extra weight carries an excess risk of acute coronary events. *Circulation* 2008;117(24):3057-9.
- 2) Mozaffarian D, Wilson PW, Kannel WB. Beyond established and novel risk factors: lifestyle risk factors for cardiovascular disease. *Circulation* 2008;117(23):3031-8.
- 3) 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: consensus panel guide to comprehensive risk reduction for adult patients without coronary or other atheroscleroticvascular diseases. American Heart Association Science Advisory and Coordinating Committee. *Circulation* 2002;106(3):388-91.
- 4) Koh SB, Chang SJ, Park JK, Park JH, Son DK, Hyun SJ, Cha BS. Occupational stress and risk factors for cardiovascular diseases. *Korean J Occup Environ Med* 2005;17(3):186-98. (Korean)
- 5) Korea National Statistical Office. Annual Report on the Cause of Death Statics 2010. Korea National Statistical Office. Daejeon. 2011. pp 6-26. (Korean)
- 6) Korea Occupational Safety and Health Agency. Occupational Accidents and Diseases statistics. Available: <http://www.kosha.or.kr/index.jsp> [cited 17 August 2012].
- 7) Korea Occupational Safety and Health Agency. Risk assessment for the prevention of cardio-cerebrovascular disease at workplace (KOSHA Code H-1-2010). Available: <http://www.kosha.or.kr/index.jsp> [cited 17 August 2012]. (Korean)
- 8) Whitworth JA. 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.
- 9) 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.
- 10) Ahn KA, Yun JE, Cho ER, Nam CM, Jang Y, Jee SH. Framingham equation model overestimates risk of ischemic heart disease in Korean men and women. *Korean J Epidemiol* 2006;28(2):162-70. (Korean)
 - 11) Kim KH, Hyun DW, Kim WS, Yang JK, Kwon TG, Bae JH. Carotid Intima Media Thickness is Associated with the Framingham Risk Score in Korean Patients with Coronary Arteriosclerosis. *Korean Circ J* 2007; 37:425-31. (Korean)
 - 12) Kim MB, Park WJ, Jang KH, Lee DK, Chae HJ, Moon JD. Comparison of cardiovascular disease risk assessment tools by using coronary CT angiography. *Korean J Occup Environ Med* 2010;22(2):102-13. (Korean)
 - 13) Assmann G, Cullen P, Schulte H. Simple scoring scheme for calculating the risk of acute coronary events based on the 10-year follow-up of the prospective cardiovascular Munster (PROCAM) study. *Circulation* 2002;105(3):310-5.
 - 14) Keil U, Njølstad I, Oganov RG, Thomsen T, Tunstall-Pedoe H, Tverdal A, Wedel H, Whincup P, Wilhelmsen L, Graham IM. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: The SCORE project. *Eur Heart J* 2003;24(11):987-1003.
 - 15) Diamond GA, Forrester JS. Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary-artery disease. *N Engl J Med* 1979;300(24):1350-8.
 - 16) Versteyleen MO, Joosen IA, Shaw LJ, Narula J, Hofstra L. Comparison of Framingham, PROCAM, SCORE, and Diamond Forrester to predict coronary atherosclerosis and cardiovascular events. *J Nucl Cardiol* 2011; 18(5):904-11.
 - 17) Jee SH, Song JW, Cho HK, Kim SY, Jang YS, Kim JH. Development of the individualized health risk appraisal model of ischemic heart disease risk in Korea. *Korean J Lipid* 2004;14(2):153-68. (Korean)
 - 18) Yi KJ, Heo 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)
 - 19) Ohtsuka S, Kakihana M, Watanabe H, Sugishita Y. Chronically decreased aortic distensibility causes deterioration of coronary perfusion during increased left ventricular contraction. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(5): 1406-14.
 - 20) Kohara K, Tabara Y, Oshiumi A, Miyawaki Y, Kobayashi T, Miki T. Radial augmentation index: a useful and easily obtainable parameter for vascular aging. *Am J Hypertens* 2005;18(1):11-4.
 - 21) Sangiorgi G, Rumberger JA, Severson A, Edwards WD, Gregoire J, Fitzpatrick LA, Schwartz RS. Arterial calcification and not lumen stenosis is highly correlated with atherosclerotic plaque burden in humans: a histologic study of 723 coronary artery segments using non-decalcifying methodology. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31(1):126-33.
 - 22) 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)
 - 23) Ambrose JA, Barua RS. The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: An update. *J Am Coll Cardiol* 2004;43(10):1731-7.
 - 24) Jaakkola MS, Jaakkola JJ. Impact of smoke-free workplace legislation on exposures and health: possibilities for prevention. *Eur Respir J* 2006;28(2):397-408.
 - 25) Wortley PM, Caraballo RS, Pederson LL, Pechacek TF. Exposure to secondhand smoke in the workplace: serum cotinine by occupation. *J Occup Environ Med* 2002;44(6):503-9.
 - 26) Steenland K. Risk assessment for heart disease and workplace ETS exposure among nonsmokers. *Environ Health Perspect* 1999;107(Suppl 6):859-63.
 - 27) Hobbs FD. Type-2 diabetes mellitus related cardiovascular risk: New options for interventions to reduce risk and treatment goals. *Atheroscler Suppl* 2006;7(4):29-32.
 - 28) Cui R, Iso H, Toyoshima H, Date C, Yamamoto A, Kikuchi S, Kondo T, Watanabe Y, Koizumi A, Inaba Y, Tamakoshi A. JACC Study Group. Serum total cholesterol levels and risk of mortality from stroke and coronary heart disease in Japanese: the JACC study. *Atherosclerosis* 2007;194(2):415-20.
 - 29) Lozano JV, Pallarés V, Cea-Calvo L, Llisterri JL, Fernández-Pérez C, Martí-Canales JC, Aznar J, Gil-Guillén V, Redón J. Investigators of the PREV-ICTUS Study: Serum lipid profiles and their relationship to cardiovascular disease in the elderly: the PREV-ICTUS study. *Curr Med Res Opin* 2008;24(3):659-70.
 - 30) Forti N, Diament J. High-density lipoproteins: Metabolic, clinical, epidemiological and therapeutic intervention aspects. An update for clinicians. *Arq Bras Cardiol* 2006;87(5):671-9.
 - 31) Robert HE, Ronald MK. American heart association call to action: Obesity as a major risk factor for coronary heart disease. *Circulation* 1998;97(21):2009-100.
 - 32) OHare JA, Minaker KL, Meneilly GS, Rowe JW, Pallotta JA, Young JB. Effect of insulin on plasma norepinephrine and 3,4-dihydroxyphenylalanine in obese men. *Metabolism* 1989;38(4):233-9.
 - 33) Stem MP. Do non-insulin dependent diabetes mellitus and cardiovascular disease share common antecedents? *Ann Intern Med* 1996;124(1):110-6.
 - 34) Rexrode KM, Manson JE, Hennekens CH. Obesity and cardiovascular disease. *Curr Opin Cardiol* 1996;11(5): 490-5.
 - 35) Denke MA, Sempos CT, Grundy SM. Excess body

- weight: An underrecognized contributor to high blood cholesterol levels in white American men. *Arch Intern Med* 1993;153(9):1093-103.
- 36) Denke Ma, Sempos CT, Grundy SM. Excess body weight: An underrecognized contributor to dyslipidemia in white American women. *Arch Intern Med* 1994;154(4):401-10.
- 37) Colditz GA, Willett WC, Rotnitzky A, Manson JE. Weight gain as a risk factor for clinical diabetes mellitus in women. *Ann Intern Med* 1995;122(7):481-6.
- 38) Kong JO, Koh SB, Chang SJ, Cha BS, Chung HK, Choi HR, Jeon SJ. Relationship between job stress and pulse wave velocity as a cardiovascular risk factor. *Korean J Occup Environ Med* 2004;16(4):450-8. (Korean)
- 39) Cho JJ. Job stress and cardiovascular disease. *J Korean Acad Fam Med* 2002;23(7):841-54. (Korean)
- 40) Lallukka T, Martikainen P, Reunanen A, Roos E, Sarlio Lahteenkorva S, Lahelma E. Associations between working conditions and angina pectoris symptoms among employed women. *Psychosom Med* 2006; 68(2):348-54.
- 41) Hwan CK, Koh SB, Park CY, Cha BS, Hyun SJ, Park JH, Lee KM, Cha KT, Park WJ, Jhun HJ. Occupational stress in relation to cerebrovascular and cardiovascular disease: Longitudinal analysis from the NSDSOS project. *Korean J Occup Environ Med* 2007;19(2):105-14. (Korean)