

## 건강위험요인 상태변화에 따른 고혈압 건강위험평가 모형 개발

박 일 수  
(위덕대학교)

김 유 미  
(상지대학교)

강 성 흥\*  
(인제대학교)

본 연구의 목적은 다년간의 건강검진 및 문진 자료를 이용하여 고혈압 건강위험평가 모형을 개발하기 위한 것이다. 2010년 고혈압 미발생 수검자 11,632명을 대상으로 이들의 2009~2010년 건강행태, 신체계측 및 생화학검사 결과와 같은 건강위험요인 상태변화가 2011~2012년 고혈압 발생에 미치는 영향을 파악하기 위해 로지스틱 회귀 분석으로서 고혈압 건강위험평가 모형을 개발하였다. 그 결과, 개발된 고혈압 건강위험평가 모형을 통해 연령, 가족력, 음주습관 변화, 허리둘레 변화, 혈압 및 중성지방 수치의 변화가 주요 위험요인으로 선별되었다(C-통계량 =0.81[남=0.78, 여=0.87]). 특히 고혈압 전단계(120-139/80-89 mmHg) 수준을 유지하는 경우, 정상 수준을 유지하는 사람에 비해 3-4년 이내 고혈압 발생위험이 16.52배(95% CI, 9.36-29.16) 높았다. 건강행태, 신체계측, 생화학검사의 변화 정도를 위험 요인으로 구성한 고혈압 발생 예측 모형은 환자뿐만 아니라 임상의료인과 보건정책가에게도 유용하게 이용될 수 있을 것이며, 추후 외적 타당도 연구가 수행되어야 할 것이다.

주요용어: 고혈압, 건강위험평가, 건강행태 변화

본 논문은 강성흥 등(2013)의 'Health Risk Appraisal을 기반으로 한 맞춤형 검진에 관한 연구' 연구보고서(한국의학연구소)에 수록된 내용의 일부를 수정 및 보완한 것이다.

\* 교신저자: 강성흥, 인제대학교(hcmkang@inje.ac.kr)

■ 투고일: 2015.5.20    ■ 수정일: 2015.10.8    ■ 게재확정일: 2015.11.10

## I. 서론

우리나라 고혈압 유병률(만 30세 이상, 표준화)은 2012년 기준 29.0%로 성인 인구의 1/3이 고혈압으로 고통을 받고 있다(보건복지부, 2013). 우리나라 인구의 평균수명은 1970년 62세이던 것이 2011년에는 81세로 크게 증가하였고, 2050년에는 남자 85세, 여자 89세로 증가하는 것으로 추정되는데 이에 따라 고혈압의 유병기간도 길어질 것으로 예상된다(OECD, 2013; 통계청, 2011). 또한 인구 고령화와 함께 고혈압 유병률도 2030년 38.3%, 2050년 44.5%로 증가가 예상됨에 따라 고혈압은 지속적으로 국가의 중요한 보건문제가 될 것이다(윤희숙, 2013). 더군다나 여러 개의 만성질환을 보유한 복합만성질환이 문제가 되고 있는데, 50대 만성질환자의 경우 평균 2개 이상의 복합만성질환(multiple chronic conditions)을 보유하고 있으며, 60대 만성질환자는 평균 3개, 70대 이상은 평균 3.5개의 복합만성질환을 보유하고 있다(정영호 등, 2013, p.12). 특히 고혈압은 그 자체보다는 합병증인 관상동맥 심장질환, 만성심부전, 뇌졸중과 같은 질환이 발생 시 환자에게 많은 고통을 줄 뿐만 아니라 경제적 부담까지 가중시키기 때문에 국가적인 관리가 요구되는 매우 중요한 질환이다.

이에 국가적으로는 고혈압 예방사업의 대상자가 증가함에 따라 한정된 재원으로 전체 국민을 대상으로 보건 사업을 수행하는 것보다는 고위험군을 대상으로 사업을 수행하는 것이 고혈압 예방사업의 효율성을 높일 수 있는 보건정책을 수립하는 것이 필요하게 되었다. 동시에 국민 개개인에게는 고혈압 발생 위험 정보를 제공하여 질병 예방에 대한 동기부여의 필요성이 증가하기 시작했다. 이를 위해서 대두된 개념이 건강위험평가(health risk appraisal, 이하 HRA)로서 이는 Robbins과 Hall(1970)에 의해 그 방법론이 체계적으로 제시되었다.

현재까지의 연구와 임상 진료에서 사용되는 대부분의 위험 평가(risk scores)는 심혈관질환 또는 관련 사망과 같은 2차 및 3차적 건강결과를 예방하는데 초점을 두고 있다(Conroy et al., 2003). 그러나 고혈압은 그 자체로 심혈관질환 고위험군으로 치료의 목표가 되며, 또 다른 위험요소의 출현을 막는 것이기 때문에 중요한 1차적 예방책이 되기도 한다. 따라서 고혈압의 유병률을 줄이고 효과적으로 관리하기 위해서는 고혈압 발생에 대한 HRA 모형을 개발하여 활용할 필요가 있다. 선행연구 등을 통해 개발된 대표적인 고혈압 HRA 모형으로는 Parikh 등(2008)이 Framingham 코호트 연구 자료로서

개발된 고혈압 발생 예측 점수 모형(framingham hypertension risk score)이 있고, Kivimaki 등(2009)은 유럽인을 대상으로 Framingham 모형의 타당성을 평가하였다. 국내 HRA 모형으로는 용왕식 등(2006)가 국민건강보험공단의 건강검진 자료를 이용하여 개발한 모형이 있다. 이 모형은 전국적 자료를 이용하였다는 장점이 있지만 건강행태 등 위험요인 요인에 대해 특정시점의 단면 자료(cross sectional data)를 이용함에 따라 위험요인의 변화에 따른 고혈압 발생여부는 관측하지 못했다는 제한점이 있다. 임난규 등(2013)은 질병관리본부의 한국인유전체역학조사 코호트 자료를 이용하여 모형을 개발하고 Framingham 모형과 비교하였다(Lim et al., 2013). 그 결과 Framingham 모형을 국내 자료에 활용할 경우, 그 적합도가 떨어지고 고혈압 위험을 과소 추정하는 것으로 나타남에 따라 우리나라 인구특성에 맞는 모형 개발이 필요함을 간접적으로 시사하였다. 현재 국민건강보험공단에서 제공하고 있는 HRA 서비스는 Robbins 모델의 복합위험도 계산 방식을 차용해서 질병 발생 위험도를 제시하고 있는데, 고혈압과 당뇨병의 경우 신뢰성 있는 질병 발생에 대한 역학 통계 자료를 얻을 수 없다는 한계가 있어 간접위험 확률을 제시하고 있다. 하지만 이러한 방식은 타당도에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것이라는 의견이 있다(조비룡 등, 2008). Framingham 모형을 포함한 기존 연구의 또 다른 문제점은 모형에 이용된 위험 요인이 주로 단년도 또는 단일 측정 자료라는 것이다. 흡연, 음주, 운동 등 건강행태 및 체중 등 신체계측에 관한 지표는 시간에 따라 변화될 수 있는 특성을 가지고 있다는 점을 고려하지 못한 것이다. 즉 기존의 고혈압 HRA 모형은 주로 단년도 자료를 이용하여 모형을 개발한 것이므로 다년간의 건강행태 및 검진 결과의 변화를 반영하지 못한 제한점이 있다. 이에 본 연구는 다년간의 건강행태 및 검진자료로서 건강위험요인 상태변화에 따른 고혈압 발생 HRA 모형을 개발하고 이를 이용하여 고혈압 발생 위험군을 관리하고 건강정책을 수립하는데 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 자료 수집 및 연구대상자의 선정

본 연구는 전국 7개의 검진센터를 운영하는 검진전문기관의 자료를 이용하였다. 2008년에 건강검진을 받은 234,861명 중 30%에 해당하는 70,250명을 표본으로 추출하였다. 표본추출은 층화무작위추출법을 이용하였고, 층화 변수는 성별, 연령(30세 이하, 40대, 50대, 60대 이상), 거주지(시도구분)였다.<sup>1)</sup> 추출한 표본에서 2008년부터 2012년까지 5년간 건강검진을 모두 받은 13,520명의 67,600건의 검진결과 자료를 연구 자료로 선정하였다.<sup>2)</sup>

이들 중 2010년을 기준으로 2008년부터 고혈압, 심뇌혈관질환 및 당뇨병으로 진단 또는 치료 받은 환자(과거력 및 현재 해당 질환 투약여부)를 제외한 정상 혈압 (<140/90 mmHg)인 11,632명을 최종 연구 대상으로 하였으며, 축적된 건강위험요인의 상태변화가 고혈압발생에 미치는 영향을 파악하기 위해, 2009~2010년 검진결과와 변화와 2011~2012년 고혈압 발생과의 관계를 살펴보았다.

---

1) 동질성 검정 실시 결과, 해당 검진전문기관에서 검진을 받은 자들의 분포와 표본추출한 자들의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 없음(성별:  $\chi^2 = 0.026, p = 0.881$ , 연령:  $\chi^2 = 0.1116, p = 0.9904$ , 거주지:  $\chi^2 = 0.9031, p = 0.997$ )

2) 5년간 모두 건강검진을 받은 자로 연구대상자를 선택한 이유는 그들의 건강검진결과와 변화를 살펴보기 위해선 해당 연도에 모두 검진을 받아야하기 때문임

## 2. 변수 정의

혈압의 범주는 정상(<120/80 mmHg), 고혈압 전단계(120-139/80-89 mmHg), 고혈압 (>140/90 mmHg)로 구분하였다. 종속변수에서 고혈압 발생자는 2011~2012년의 건강검진 자료에서 고혈압 판정자 또는 고혈압 약물치료를 받고 있다고 응답한 자로 정의하였다. 검진결과 및 고혈압 발생 예측 모형에 사용한 변수의 구체적인 정의는 <표 1>, <표 2>와 같다. 독립변수로 사용된 건강행태 변화, 계측검사 변화, 생화학검사(혈액 및 요검사) 변화는 2009년과 2010년 사이의 상태 변화를 범주화한 것이다.

## 3. 분석방법

2010년 기준 정상 혈압을 가진 대상자의 2009~2010년 건강검진결과와 2011~2012년 고혈압 발생여부에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하였다. 먼저 인구학적 특성, 건강행태 변화, 정신건강 변화, 계측검사 변화, 생화학검사(혈액 및 요검사) 변화에 따른 고혈압 발생여부를 성별 및 전체로 카이제곱 분석을 하였다. 단변량 분석 후 3~4년 동안 고혈압 발생에 미치는 영향요인과 정도를 분석하기 위해서 로지스틱 회귀모형을 이용하였다. 변수 선택은 단변량 분석에서 통계적으로 유의한 요인들을 모두 고려한 완전모형(full model)의 상태에서 최종 후진제거법(backward)을 활용하여 최적모형을 선택하였다. 심혈관계 질환의 경우와 같이 위험 요인의 수가 많을 때에는 위험 정도를 평가하는 방법으로 전통적인 상대 위험도(relative risk)를 사용하지 않고 로지스틱 회귀모형을 이용한 건강위험평가 도구들이 많이 있다(신호철, 2002). 따라서 본 연구도 로지스틱 회귀모형을 이용하여 남성, 여성, 전체 고혈압 발생 예측 모형을 구축하였다. 모형의 적합도는 Homer & Lemeshow 적합도 검정( $\chi^2$ )을 하였고, 모형의 설명력은 C-통계량으로 평가하였다. 통계분석은 SAS 9.2(SAS Institute, Cary, North Carolina)를 사용하였고, 통계적 유의성의 판단기준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

표 1. 건강검진 자료의 변수 정의

유형	변수	변수값
건강행태	과거력	질환별 과거력의 유무
	현재 치료 상태	질환별 치료의 유무
	가족력	질환별 가족력 유무
	식습관	채식, 채식+육식 골고루, 육식
	음주습관	2~3회/월 이하, 1~2회/주, 3~4회/주, 거의 매일(주5회 이상)
	현재 흡연상태	비흡연, 현재금연, 현재 흡연
	현재 흡연량(1일)	반갑 미만, 반갑 이상~한갑 미만, 한갑 이상~두갑 미만, 두갑 이상
	과거 흡연량(1일)	반갑 미만, 반갑 이상~한갑 미만, 한갑 이상~두갑 미만, 두갑 이상
	총 흡연기간	5년 미만, 5~9년, 10~19년, 20~29년, 30년 이상
	운동	0일/주: 안함, 1~2일/주, 3~4일/주, 거의 매일/주: 5~7일
	정신건강	1일 이하: 극히 드뭄, 2~3일: 가끔, 3~4일: 종종, 5일 이상: 대부분
계측검사	비만도(BMI)	저체중:<18.5, 정상:18.5~22.9, 과체중:23.0~24.9, 비만:≥25.0
	복부비만 (허리둘레)	남자정상: <83cm, 남자복부비만: ≥83cm, 여자정상: <75cm, 여자복부비만: ≥75cm
	혈압	정상: 수축기혈압 <120 & 이완기혈압 < 80, 고혈압 전단계: 수축기혈압 120~139 또는 이완기혈압 80~89, 고혈압 : 수축기혈압 ≥140 또는 이완기혈압≥90
혈액검사	혈색소	남자정상: 14~18, 남자비정상: <14 or >18, 여자정상: 12~16, 여자비정상: <12 or >16
	혈당	정상: ≤125, 당뇨: ≥126
	총콜레스테롤	정상: <200, 질환의심: ≥200
	HDL콜레스테롤	남자정상: ≥40, 남자질환의심: <40, 여자정상: ≥50, 여자질환의심: <50
	LDL콜레스테롤	정상: <130, 질환의심: ≥130
	트라이글리세라이드	정상: <150, 질환의심: ≥150
	HbA1c	정상: <7, 질환의심: ≥7
요검사	요단백	정상: 음성, 질환의심: 40, 60, 100
	혈청크레아티닌	정상: ≤1.5, 질환의심: >1.5

표 2. 고혈압 발생 위험 예측 모형에 사용한 변수 정의

구분	설명	
인구사회학적 특성	연령	30대 이하/40대/50대 이상 ※ 2010년 기준
질병상태	가족력	2009~2010년 해당질환(뇌졸중, 심장병, 당뇨병, 고혈압) 가족력 여부
건강행태 변화	흡연습관 변화	- 비흡연 유지: 비흡연 → 비흡연 - 흡연: 비흡연/흡연 → 흡연 - 금연: 흡연 → 비흡연
	음주습관 변화	- 적정음주 유지: 2~3회/월, 1~2회/주 → 2~3회/월, 1~2회/주 - 음주량 감소: 3~4회/주, 거의 매일 → 2~3회/월, 1~2회/주 - 음주량 증가: 2~3회/월, 1~2회/주 → 3~4회/주, 거의 매일 - 고음주 유지: 3~4회/주, 거의 매일 → 3~4회/주, 거의 매일
	중등도/경등도/경기 운동습관 변화	- 안함: 안함 → 안함 - 적정운동 유지: 1~2회 이하/주 → 1~2회 이하/주 - 운동량 감소 · 3~4회/주 → 1~2회 이하/주, · 3~4회/주, 거의 매일 → 안함, 1~2회 이하/주 - 운동량 증가 · 1~2회 이하/주 → 3~4회/주 · 안함, 1~2회 이하/주, 3~4회/주 → 거의 매일 · 안함, 1~2회 이하/주 → 3~4회/주 - 고운동량 유지: 3~4회/주, 거의 매일 → 3~4회/주, 거의 매일
정신건강 변화	일상생활 귀찮음/ 식욕부진/울적한 기분/ 우울증 관련 스트레스 변화	- 거의 없음 지속: 극히 드뭄, 가끔 → 극히 드뭄, 가끔 - 감소: 종종, 대부분 → 극히 드뭄, 가끔 - 증가: 극히 드뭄, 가끔 → 종종, 대부분 - 스트레스 지속: 종종, 대부분 → 종종, 대부분
계측검사 변화	비만도 변화	- 정상 이하 유지: 저체중, 정상 → 저체중, 정상 - 정상 이하 회복: 과체중, 비만 → 저체중, 정상 - 과체중 이상 증가: 저체중, 정상 → 과체중, 비만 - 과체중 이상 지속: 과체중, 비만 → 과체중, 비만
	허리둘레 변화	- 정상 유지: 정상 → 정상 - 복부비만 → 정상 - 정상 → 복부비만 - 복부비만 지속: 복부비만 → 복부비만
	혈압변화	- 정상유지(정상 → 정상) - 혈압 위험도 감소: 고혈압 전단계 → 정상 - 혈압 위험도 증가: 정상 → 고혈압 전단계 - 혈압 위험도 지속: 고혈압 전단계 → 고혈압 전단계
생화학검사 변화	혈색소/식전혈당/ 총콜레스테롤/HDL/LDL/ 중성지방/요단백/ 혈청크레아티닌 변화	- 정상유지: 정상 → 정상 - 위험도 감소: 질환의심 → 정상 - 위험도 증가: 정상 → 질환의심 - 질환의심 지속: 질환의심 → 질환의심

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 분석대상자의 특성

5년간 검진을 모두 받은 13,520명 중 2010년을 기준으로 고혈압이 아닌 자 11,632명에 대한 기초분석 내용은 <표 3>과 같다. 전체 분석 대상자의 평균 연령은 38.07세, 평균 체질량지수는 23.25 kg/m<sup>2</sup>, 평균 허리둘레는 79.6cm, 혈압 평균은 수축기 및 이완기 혈압이 각각 115.92 mmHg, 71.27 mmHg였다. 현재 흡연자수는 3,377명으로 전체 대상자의 31.8%, 주 3~4회 이상 고위험음주자는 664명으로 34.8%, 고혈압 가족력 보유자수는 1,101명으로 전체 대상자의 10.3%였다. 또한, 전체 분석 대상자를 2011~2012년까지 고혈압 미발생자와 발생자들의 분포를 비교하면, 2010년 전체 흡연자들의 고혈압 발생률은 4.44%에 비해 비흡연자들의 고혈압 발생률은 3.31%, 주 3회 이상의 음주자들의 고혈압 발생률은 5.19%, 주 3회 미만의 음주자 중 고혈압 발생률은 2.9% 그리고 고혈압 가족력이 있는 자들의 고혈압 발생률은 5.45%, 고혈압 가족력이 없는 자들의 고혈압 발생률은 3.55%로 나타났다.

표 3. 분석대상자의 일반적 특성(2010년 기준)

특 성		전체	2011~2012년		결측치
			고혈압 미발생	고혈압 발생	
성별(%)	남자	7,835(100.0)	7,439(94.95)	396(5.05)	-
	여자	3,797(100.0)	3,725(98.14)	72(1.90)	-
평균 연령(세)±표준편차		38.07±7.86	37.88±7.78	42.49±8.48	-
평균 체질량지수(kg/m <sup>2</sup> )±표준편차		23.25±3.09	23.18±3.06	25.05±3.08	-
평균 허리둘레(cm)±표준편차		79.60±9.18	79.37±9.14	84.98±8.55	377
평균 수축기혈압(mmHg)±표준편차		115.92±11.9	115.40±11.73	127.7±9.91	-
평균 이완기혈압(mmHg)±표준편차		71.27±8.75	70.9±8.61	80.05±7.28	-
현재 흡연유무(%)	비흡연	7,230(100.0)	6,991(96.69)	239(3.31)	1,025
	흡연	3,377(100.0)	3,227(95.56)	150(4.44)	-
주3회 이상 음주(%)	무	6,851(100.0)	6,652(97.10)	199(2.90)	1,117
	유	3,664(100.0)	3,474(94.81)	190(5.19)	-
고혈압 가족력 (%)	무	9,603(100.0)	9,262(96.45)	341(3.55)	928
	유	1,101(100.0)	1,041(94.55)	60(5.45)	-
	전체	11,632(100.0)	11,164(95.98)	468(4.02)	-



## 2. 인구사회학적 특성에 따른 고혈압 발생 특성분석

전체 대상자의 연령별 고혈압 발생률 분포는 30대 이하는 2.58%, 40대는 5.04%, 50대 이상은 10.07%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 남자와 여자의 연령별 분포도 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 성별로는 남자가 5.05%로 여자 1.90%에 비해 높았다. 특정 질병 가족력에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 분포를 보면 뇌졸중 가족력을 지닌 자는 5.64%, 심장질환 가족력을 지닌 자는 3.50%, 당뇨 가족력을 지닌 자는 4.54%, 고혈압의 가족력이 있는 자는 5.50%가 고혈압이 발생하였으나 뇌졸중과 고혈압 가족력만이 고혈압 발생에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 성별로 볼 때 여성의 경우 가족력은 통계적으로 유의한 차이가 없었고 남성의 경우는 이에 해당하였다.

표 4. 인구학적 특성에 따른 고혈압 발생

구분	고혈압 발생(2011~2012년)							
	남		여		전체			
연령별	30대 이하	154(3.71)		20(0.77)		174(2.58)		
	40대	171(5.82)	<0.0001	28(2.76)	<0.0001	199(5.04)	<0.0001	
	50대 이상	71(9.56)		24(12.00)		95(10.07)		
가족력	뇌졸중	무	352(4.89)	0.0298	69(1.91)	0.7279	421(3.90)	0.0139
		유	44(6.85)		3(1.56)		47(5.64)	
	심장질환	무	378(5.14)	0.1605	67(1.85)	0.3199	445(4.06)	0.4780
		유	18(3.7)		5(2.91)		23(3.50)	
	당뇨	무	340(4.97)	0.3899	64(1.89)	0.9486	404(3.95)	0.2961
		유	56(5.61)		8(1.94)		64(4.54)	
	고혈압	무	322(4.72)	0.0005	62(1.89)	0.9298	384(3.80)	0.0016
		유	74(7.31)		10(1.95)		84(5.50)	
전체			396(5.05)		72(1.90)		468(4.02)	<0.0001

### 3. 과거 건강행태 변화에 따른 고혈압 발생 특성분석

2009~2010년간 건강행태 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률을 분석하였다. 흡연습관 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 비흡연을 유지한 자는 3.24%, 흡연 유지자는 4.38%, 금연자의 고혈압 발생률은 3.52%로 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보였으며, 남성의 경우 유의한 차이가 없었고, 여성은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 음주습관 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 적정음주 유지자는 2.71%, 고음주 유지자는 4.95%, 음주빈도가 감소한 자는 4.21%, 음주빈도가 증가한 자는 5.65%로 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보였으며, 여성보다는 남성의 경우에 해당되는 것으로 나타났다. 중등도 운동량 변화에 전체 대상자의 고혈압 발생률은 2년간 지속적으로 중등도 이상의 운동을 적정하게 유지한 자는 3.39%, 운동량 감소한 자는 4.38%, 운동량 증가한 자는 3.72%, 고운동량 유지자는 4.34%로 나타났다. 경등도 운동량 변화에 따른 고혈압 발생률은 2년간 지속적으로 중등도 이상의 운동을 적정하게 유지한 자는 3.30%, 운동량 감소한 자는 4.74%, 운동량 증가한 자는 4.45%, 고운동량 유지자는 4.01%로 나타났다. 걷기 운동량 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 걷기 운동을 한 자는 2.93%, 운동량 감소한 자는 3.94%, 운동량 증가한 자는 4.59%, 고운동량을 유지한 자는 3.96%였다. 중등도 및 경등도 운동량 변화, 걷기 운동량 변화에 따른 고혈압 발생여부는 유의한 통계적 차이를 나타내지 않았다.

표 5. 과거 건강행태 변화에 따른 고혈압 발생 분포

구분		고혈압 발생(2011~2012년)		
		남	여	전체
흡연습관 변화	비흡연 유지	161(4.59)	24(1.09)	185(3.24)
	흡연	137(4.65)	0(0)	137(4.38)
	금연	12(3.34)	2(5.13)	14(3.52)
	소계	310(4.55)	26(1.07)	336(3.64)
음주습관 변화	적정음주 유지	121(3.6)	24(1.2)	145(2.71)
	고음주 유지	35(5.86)	2(1.32)	37(4.95)
	음주량 감소	39(5.1)	0(0)	39(4.21)
	음주량 증가	141(6.1)	3(1.27)	144(5.65)
	소계	336(4.78)	29(1.14)	365(3.81)
중등도 운동량 변화	안함 유지	0(0)	0(0)	0(0)
	적정운동 유지	170(4.55)	18(1)	188(3.39)
	운동량 감소	50(5.89)	3(1.2)	53(4.83)
	운동량 증가	52(4.54)	2(0.65)	54(3.72)
	고운동량 유지	49(4.49)	4(3.08)	53(4.34)
	소계	321(4.7)	27(1.08)	348(3.73)
경등도 운동량 변화	안함 유지	1(5.88)	0(0)	1(4.35)
	적정운동 유지	159(4.39)	16(0.95)	175(3.30)
	운동량 감소	61(5.97)	3(0.91)	64(4.74)
	운동량 증가	62(5.28)	4(1.29)	66(4.45)
	고운동량 유지	36(4.32)	3(2.14)	39(4.01)
	소계	319(4.78)	26(1.06)	345(3.78)
걷기 운동량 변화	안함 유지	0(0)	0(0)	0(0)
	적정운동 유지	55(4.01)	7(0.94)	62(2.93)
	운동량 감소	78(5.29)	6(0.91)	84(3.94)
	운동량 증가	74(5.31)	6(1.72)	80(4.59)
	고운동량 유지	84(4.59)	6(1.35)	90(3.96)
	소계	291(4.78)	25(1.14)	316(3.81)

\* 각 항목별 소계: 결측치 제외

#### 4. 과거 정신건강 변화에 따른 고혈압 발생 특성분석

정신건강 변화를 일상생활 귀찮음, 식욕부진, 울적한 기분, 우울증의 범주로 구분하여 고혈압 발생 여부에 영향을 미치는지 분석하였다. 일상생활이 귀찮다고 느끼는 정도에 대해 거의 없음을 유지한 자는 3.83%, 스트레스가 감소한 자는 1.96%, 스트레스가 증가한 자는 3.66%, 지속적으로 스트레스가 발생한 자는 3.03%였다. 식욕부진이 있을 정도의 스트레스량 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률 분포는 거의 없음을 유지한 자는 3.78%, 스트레스가 감소한 자는 1.95%, 스트레스가 증가한 자는 2.60%였다. 울적한 기분이 있을 정도의 스트레스량 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 거의 없음을 유지한 자는 3.75%, 스트레스가 감소한 자는 1.12%, 스트레스가 증가한 자는 4.17%, 지속적으로 스트레스가 발생한 자는 1.61%였다. 우울증이 있을 정도의 스트레스량 변화에 따른 전체대상자의 고혈압 발생률은 거의 없음을 유지한 자는 3.78%, 스트레스가 감소한 자는 0.71%, 스트레스가 증가한 자는 3.52%, 지속적으로 스트레스가 발생한 자는 1.89%였다. 정신건강 변화에 따른 고혈압 발생률을 살펴본 결과, 스트레스가 과거에 비해 증가하였거나, 지속적으로 발생한 자들의 고혈압 발생률이 다른 스트레스 변화 형태보다 전반적으로 높은 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 못했다.

표 6. 과거 정신건강 변화에 따른 고혈압 발생 분포

구분	고혈압 발생(2011~2012년)						
	남		여		전체		
일상생활 귀찮음 관련 스트레스 변화	거의 없음 유지	290(4.73)		20(1.02)		310(3.83)	
	감소	6(3.59)	0.5835	1(0.52)	0.9175	7(1.96)	0.3146
	증가	10(6.62)		2(1.13)		12(3.66)	
	지속	3(6.38)		1(1.18)		4(3.03)	
	소계	309(4.75)		24(1)		333(3.74)	
식욕부진 관련 스트레스 변화	거의 없음 유지	299(4.73)		22(1.01)		321(3.78)	
	감소	3(3.85)	0.7567	0(0)	0.7752	3(1.95)	0.2451
	증가	4(4.94)		1(0.9)		5(2.60)	
	지속	0(0)		0(0)		0(0)	
	소계	306(4.71)		23(0.96)		329(3.7)	
울적한 기분 관련 스트레스 변화	거의 없음 유지	295(4.68)		22(1.02)		317(3.75)	
	감소	2(2.5)	0.3909	0(0)	0.6903	2(1.12)	0.2329
	증가	6(8.33)		1(1.04)		7(4.17)	
	지속	1(5.26)		0(0)		1(1.61)	
	소계	304(4.7)		23(0.96)		327(3.69)	
우울증 관련 스트레스 변화	거의 없음 유지	299(4.74)		22(1.01)		321(3.78)	
	감소	1(1.69)	0.6468	0(0)	0.7372	1(0.71)	0.2475
	증가	4(6.35)		1(1.27)		5(3.52)	
	지속	1(6.25)		0(0)		1(1.89)	
	소계	305(4.73)		23(0.97)		328(3.72)	

\* 각 항목별 소계: 결측치 제외

## 5. 과거 계측검사 결과 변화에 따른 고혈압 발생 특성분석

2009~2010년간 건강검진결과 중 각 계측검사 변화에 따른 전체 및 성별 고혈압 발생 분포를 분석하였다. 비만도 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 저체중 및 정상을 지속적으로 유지한 자는 1.73%, 과체중 또는 비만인 자가 정상이하의 체질량 지수로 감소한 자는 3.52%, 정상이하의 체질량 지수를 지닌 자가 과체중 또는 비만에 해당하는 체질량 지수로 증가한 자는 2.74%, 지속적으로 과체중 및 비만에 해당하는 체질량

지수를 유지한 자는 6.25%로 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보였다. 허리둘레 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률 분포는 2년간 허리둘레가 지속적으로 정상인 자는 1.98%, 복부비만에서 정상으로 허리둘레가 감소한 자는 3.34%, 정상에서 복부비만으로 허리둘레가 증가한 자는 3.32%, 2년간 허리둘레가 지속적으로 복부비만인 자는 6.55%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 혈압 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 2년간 혈압이 지속적으로 정상인 자는 0.36%, 혈압 위험도가 감소한 자는 2.12%, 혈압 위험도가 증가한 자는 2.40%, 지속적으로 혈압수치가 고혈압 전 단계인 자들은 9.87%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 특히 혈압 위험도가 지속되는 경우는 정상 유지 및 혈압 위험도에 변화가 있는 사람에 비해 고혈압 발생률에 있어 월등히 높은 차이를 보였다.

표 7. 과거 계측검사 결과 변화에 따른 고혈압 발생 분포

구분	고혈압 발생(2011~2012년)						
	남		여	전체			
비만도 변화	정상 이하 유지	57(2.49)		30(1.1)	87(1.73)		
	정상 이하 회복	13(3.81)	<0.0001	4(2.82)	<0.0001	17(3.52)	<0.0001
	과체중 이상 증가	11(2.9)		4(2.37)		15(2.74)	
	과체중 이상 지속	315(6.53)		34(4.51)		349(6.25)	
	소계	396(5.05)		72(1.9)		468(4.02)	
허리둘레 변화	정상 유지	77(2.83)		19(0.9)		96(1.98)	
	복부비만→정상	28(3.76)	<0.0001	9(2.48)	<0.0001	37(3.34)	<0.0001
	정상→복부비만	23(3.89)		6(2.12)		29(3.32)	
	복부비만 지속	250(7.03)		30(4.18)		280(6.55)	
	소계	378(4.96)		64(1.84)		442(3.98)	
혈압 변화	정상 유지	9(0.47)		7(0.28)		16(0.36)	
	혈압 위험도 감소	28(2.17)	<0.0001	8(1.95)	<0.0001	36(2.12)	<0.0001
	혈압 위험도 증가	30(2.34)		11(2.57)		41(2.40)	
	혈압 위험도 지속	329(9.84)		46(10.11)		375(9.87)	
	소계	396(5.05)		72(1.9)		468(4.02)	

\* 각 항목별 소계: 결측치 제외

## 6. 과거 생화학검사 결과 변화에 따른 고혈압 발생 특성분석

2009~2010년간 건강검진 중 각각의 생화학검사 변화에 따른 전체 및 성별 고혈압 발생 분포를 분석하였다. 혈색소 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 2년간 혈색소가 지속적으로 정상인 자는 4.25%, 혈색소가 질환의심에서 정상으로 위험도가 감소한 자는 3.30%, 혈색소가 질환의심에서 정상으로 위험도가 증가한 자는 2.93%, 혈색소가 질환의심이 2년간 위험도가 지속된 자는 2.33%로 혈색소 변화에 따른 고혈압 발생의 유의한 차이는 나타나지 않았다. 식전 혈당 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 2년간 식전 혈당이 지속적으로 정상인 자는 3.96%, 식전 혈당이 당뇨병으로 추정되는 수치에서 정상수치로 위험도가 감소한 자는 19.23%, 식전 혈당이 정상수치에서 당뇨병으로 추정되는 수치로 위험도가 증가한 자는 9.76%, 당뇨병으로 추정되는 식전 혈당 수치가 2년간 지속된 자는 4.17%로서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 특히 여성의 경우 식전혈당이 증가하거나 질환의심이 지속되는 경우 발생률이 증가하였다. 콜레스테롤 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 2년간 콜레스테롤이 지속적으로 정상인 자는 3.11%, 질환의심으로 추정되는 콜레스테롤 수치가 정상수치로 위험도가 감소한 자는 4.70%, 콜레스테롤이 정상수치에서 질환의심으로 추정되는 수치로 위험도가 증가한 자는 3.99%, 질환의심으로 추정되는 총콜레스테롤 수치가 2년간 지속된 자는 5.52%로 총콜레스테롤 변화에 따른 고혈압 발생률은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 고밀도 콜레스테롤 변화와 저밀도 콜레스테롤 변화에 따른 고혈압 발생률도 유의한 차이를 나타내었는데, 고밀도 콜레스테롤의 변화는 남성과 여성 모두 고혈압 발생에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나, 저밀도 콜레스테롤 변화는 남성의 경우 유의하지 않는 것으로 나타났다. 중성지방 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률 분포는 2년간 중성지방이 지속적으로 정상인 자는 2.44%, 질환의심으로 추정되는 중성지방 수치가 정상수치로 위험도가 감소한 자는 6.38%, 정상으로 추정되는 중성지방 수치가 질환의심 수치로 위험도가 증가한 자는 6.59%, 질환의심으로 추정되는 중성지방 수치가 2년간 지속된 자는 6.75%로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 남성과 여성 모두 고혈압 발생률에 유의한 차이를 나타내었다. 요단백 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 요단백 수치가 지속적으로 정상인 자는 4.01%, 질환의심으로 추정되는 요단백 수치가 정상수치로 위험도가 감소한 자는 10.34%,

정상으로 추정되는 요단백 수치가 질환의심 수치로 위험도가 증가한 자는 4.17%, 질환의심으로 추정되는 요단백 수치가 2년간 지속된 자는 29.41%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 혈청크레아티닌 변화에 따른 전체 대상자의 고혈압 발생률은 혈청크레아티닌수치가 지속적으로 정상인 자는 4.01%, 질환의심으로 추정되는 혈청크레아티닌 수치가 정상수치로 위험도가 감소한 자는 25.00%, 질환의심으로 추정되는 혈청크레아티닌 수치가 2년간 지속된 자는 33.33%로 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보였다.



표 8. 과거 생화학검사 결과 변화에 따른 고혈압 발생 분포

구분	고혈압 발생						
	남		여		전체		
혈색소 변화	정상 유지	324(5.12)		55(2.12)		379(4.25)	
	감소	9(4.92)	0.5697	3(1.66)	0.8940	12(3.30)	0.0581
	증가	12(4)		4(1.62)		16(2.93)	
	질환의심 지속	7(3.35)		6(1.71)		13(2.33)	
	소계	352(5.01)		68(2.01)		420(4.04)	
식전혈당 변화	정상 유지	339(4.94)		65(1.94)		404(3.96)	
	감소	5(23.81)	0.0005	0(0)	<0.0001	5(19.23)	<0.0001
	증가	6(8.22)		2(22.22)		8(9.76)	
	질환의심 지속	2(3.08)		1(14.29)		3(4.17)	
	소계	352(5.02)		68(2.01)		420(4.04)	
총콜레스테롤 변화	정상 유지	141(4.43)		24(1.13)		165(3.11)	
	감소	45(6.21)	0.0839	3(1.01)	<0.0001	48(4.70)	<0.0001
	증가	36(4.49)		9(2.74)		45(3.99)	
	질환의심 지속	130(5.62)		32(5.16)		162(5.52)	
	소계	352(5.01)		68(2.02)		420(4.04)	
HDL 변화	정상 유지	260(4.66)		43(1.66)		303(3.7)	
	감소	25(6.22)	0.0524	5(2.36)	0.0151	30(4.89)	0.0052
	증가	28(6.9)		6(2.91)		34(5.56)	
	질환의심 지속	38(6.26)		13(4.26)		51(5.59)	
	소계	351(5.02)		67(2.02)		418(4.05)	
LDL 변화	정상 유지	208(4.99)		36(1.41)		244(3.63)	
	감소	38(5.43)	0.7835	4(2.09)	<0.0001	42(4.71)	0.0287
	증가	41(5.51)		7(2.8)		48(4.83)	
	질환의심 지속	64(4.63)		20(6.35)		84(4.95)	
	소계	351(5.02)		67(2.03)		418(4.06)	
중성지방 변화	정상 유지	115(3.3)		41(1.41)		156(2.44)	
	감소	50(6.58)	<0.0001	8(5.37)	<0.0001	58(6.38)	<0.0001
	증가	57(6.43)		14(7.33)		71(6.59)	
	질환의심 지속	129(6.89)		5(4.39)		134(6.75)	
	소계	351(5.01)		68(2.03)		419(4.05)	
요단백 변화	정상 유지	332(4.93)		61(1.99)		393(4.01)	
	감소	3(12.5)	<0.0001	0(0)	0.089	3(10.34)	<0.0001
	증가	1(3.33)		1(5.56)		2(4.17)	
	질환의심 지속	4(40)		1(14.29)		5(29.41)	
	소계	340(5)		63(2.04)		403(4.07)	
혈청 크레아티닌 변화	정상 유지	348(4.97)		68(2.02)		416(4.01)	
	감소	2(25)	0.0077	0(0)	-	2(25)	0.0012
	증가	0(0)		0(0)		0(0)	
	질환의심 지속	1(33.33)		0(0)		1(33.33)	
	소계	351(5.01)		68(2.02)		419(4.04)	

\* 각 항목별 소계: 결측치 제외

## 7. 과거 건강위험요인 상태변화를 이용한 고혈압 발생 HRA모형

### 가. 모형의 적합도 검정

연구대상자의 과거 축적된 건강위험요인 변화가 고혈압 발생에 미치는 영향을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석을 하였다. 독립변수는 2008년부터 2009년까지의 고혈압과 관련성이 있는 건강행태변화, 계측검사 결과 변화, 생화학검사 결과 변화를 사용하였다. 모형은 앞서 분석한 단변량 통계분석 결과값 중 통계적으로 유의한 요인들을 모두 고려한 완전모형(Full Model)의 상태에서 최종 후진제거법(Backward)을 활용하여 최적모형을 선택하였다. 최종 선정된 모형은 Homer & Lemeshow 적합도 검정결과 통계적으로 적합한 모형이며( $p>0.05$ )<sup>3)</sup>, 모형의 정확도를 나타내는 C-통계량 역시 전체 0.81, 남자 0.78 여자 0.87로서 개발된 모형은 우수한 것으로 분석되었다.

### 나. 모형결과

고혈압 발생에 영향을 주는 과거 건강위험요인 상태변화 특성은 연령, 음주습관 변화, 허리둘레 변화, 혈압변화, 중성지방 변화였다. 연령(30대 이하 기준)은 30대 이하에 비해 40대의 고혈압 발생확률이 1.71배 높으며, 50대 이상은 2.51배 높았다. 남성에 대한 모형에서는 30대 이하에 비해 40대의 고혈압 발생확률이 1.73배 높으며, 50대 이상은 2.68배 높았다. 고혈압의 가족력이 있는 사람이 없는 사람에 비해 1.37배 고혈압 발생률이 높았다. 음주습관 변화(적정음주 기준)는 전체 및 남성 모형 모두에서 적정음주 유지자에 비해 고음주 습관을 지속적으로 유지하였던 자들의 고혈압 발생확률이 각각 1.32배 및 1.35배 높았다. 허리둘레 변화(정상유지 기준)에 대해서는 과거 최대 2년간 복부비만을 지속적으로 유지한 자는 정상유지자에 비해 고혈압 발생확률이 각각 1.56배 높았으며, 남성은 1.59배 여성은 2.03배가 높았다. 혈압 변화(정상유지 기준)에 따라서는 과거 최대 2년간 고혈압 전단계의 혈압수치를 유지한 자는 정상유지자에 비해 고혈압 발생확률이 전체 16.52배, 남자 14.74배 그리고 여자 30.9배 높은 것으로 나타났다. 전반적

<sup>3)</sup> Homer & Lemeshow 적합도 검정에 있어 귀무가설은 “모형이 적합하다”임. 따라서 모형의  $p$ 값이 유의수준(0.05)보다 커야 모형으로서 적합함을 결론 내릴 수 있음(즉, 귀무가설을 기각하지 못함)

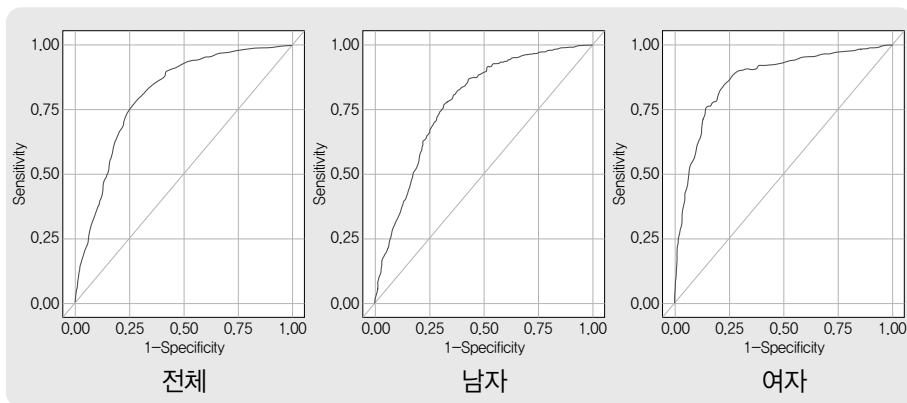
으로 고혈압 발생확률은 정상유지자에 비해 혈압위험도가 지속된 자가 가장 높고, 그 다음 혈압위험도가 증가한 자, 혈압위험도가 감소한 자 순이었다. 중성지방 변화(정상유지 기준)에 대해서는 전체 대상자의 경우, 정상유지에 비해 중성지방이 증가한 자의 고혈압 발생확률이 1.53배로 가장 높았고, 감소한 자가 1.54배, 지속적으로 유지한 자가 1.29배로 나타났다.

표 9. 과거 건강위험요인 상태변화에 따른 고혈압 발생 HRA 모형결과

특성	범주	전체	남자	여자
		오즈비(95% CI)	오즈비(95% CI)	오즈비(95% CI)
연령	30대 이하(Ref)	1.00	1.00	-
	40대	1.71(1.34-2.18)*	1.73(1.34-2.24)*	-
	50대 이상	2.51(1.77-3.57)*	2.68(1.87-3.85)*	-
고혈압 가족력	없음(Ref)	1.00	1.00	-
	있음	1.37(1.02-1.83)*	1.42(1.05-1.93)*	-
음주습관 변화	적정음주유지(Ref)	1.00	1.00	-
	음주량 감소	1.38(0.91-2.04)	1.36(0.9-2.1)	-
	음주량 증가	1.08(0.72-1.6)	1.15(0.77-1.73)	-
	고음주 유지	1.32(1.02-1.70)*	1.35(1.03-1.78)*	-
허리둘레 변화	정상유지(Ref)	1.00	1.00	1.00
	복부비만→정상	1.15(0.72-1.84)	1.16(0.7-1.9)	2.29(0.99-5.32)
	정상→복부비만	1.17(0.72-1.91)	1.2(0.72-2.01)	1.73(0.65-4.61)
	복부비만지속	1.56(1.17-2.09)*	1.59(1.17-2.16)*	2.03(1.06-3.86)*
혈압 변화	정상유지(Ref)	1.00	1.00	1.00
	혈압 위험도 감소	3.80(1.93-7.48)*	3.27(1.49-7.19)*	6.42(2.13-19.33)*
	혈압 위험도 증가	4.06(2.08-7.93)*	3.91(1.81-8.44)*	8.92(3.19-24.9)*
	혈압 위험도 지속	16.52(9.36-29.16)*	14.74(7.52-28.9)*	30.90(12.79-74.63)*
중성지방 변화	정상유지(Ref)	1.00	1.00	1.00
	감소	1.54(1.08-2.21)*	1.4(0.95-2.05)	2.36(1.03-5.42)*
	증가	1.53(1.08-2.17)*	1.5(1.04-2.16)*	2.36(1.12-4.97)
	질환의심 지속	1.29(0.97-1.71)*	1.3(0.95-1.71)	1.13(0.38-3.41)
Homer & Lemeshow 적합도 검정( $\chi^2$ )		10.373(p=0.2398)	5.7678(p=0.6732)	0.6635(p=0.9558)
C-통계량		0.81	0.78	0.87

주: \*<0.05

그림 1. ROC 곡선을 통한 모형의 정확성



#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 건강행태, 정신건강, 신체계측 및 생화학 검사결과의 단기간 변화가 고혈압 발생에 영향을 미치는 정도와 요인을 분석하였다. 정상 혈압의 범주에 있는 사람이 3-4년 이내 고혈압으로 이환되는 데 영향을 미치는 요인을 건강행태, 정신건강, 신체계측, 검사결과의 변화를 설명변수로 설정하여 고혈압 발생 예측 모형을 개발하였다. 단변량 분석 결과 건강행태, 정신건강, 계측검사, 생화학검사 중 정신건강의 변화는 고혈압의 단기 발생에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 로지스틱 회귀모형에서 연령, 가족력, 음주습관 변화, 허리둘레 변화, 혈압 변화, 중성지방의 변화가 고혈압 발생에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. Parikh 등(2008)의 Framingham 모형에서도 연령, 성별, BMI, 확장기 및 수축기 혈압, 가족력(부모), 흡연을 주요 요인으로 도출하였다(Parikh et al., 2008). Johns Hopkins 모형은 연령, 수축기혈압, 가족력(부모), BMI로 꼽았다(Pearson et al., 1990). 스웨덴의 23년간 코호트 연구는 본 연구에서 도출된 음주와 중성지방 외에도 당뇨, 가족력, 주로 앉아 일하는 환경, 결혼상태 등에 영향을 받는 것으로 나타났다(Fava et al., 2013). 본 연구는 고혈압 건강위험평가 모형은 전체 모형과 남녀 모형을 구분하였는데, 남성의 경우 연령에 영향을 받는 반면 여성의 경우 연령과는

무관한 것으로 나타났다. 또한 여성의 경우 허리둘레 변화, 중성지방과 혈압 변화만으로도 판별력이 전체 모형 및 남성의 모형보다 높았다(C-통계량 0.87). 본 연구의 C-통계량은 0.81(남성 0.78, 여성 0.87)으로서 Framingham 모형(0.79), Framingham 모형을 국내에 적용한 Lim 등(2013)의 연구(0.78)보다 높았다. 여성 고혈압 모형도 백인 여성을 대상으로 한 Paynter 등(2009) 모형(0.71) 보다 판별력이 높았다. 즉 단년(또는 단회) 측정 지표보다 다년간의 변화 지표를 사용한 본 연구의 모형이 설명력이 높은 것으로 나타났다.

모형에서 도출된 주요 요인별로 살펴보면, 연령 요인은 노화에 따른 혈관의 경화로 인해 연령이 증가함에 따라 필연적으로 고혈압 위험은 증가한다(Benetos et al., 2002). 가족은 유전자, 건강행태, 생활습관, 환경 등을 공유하기 때문에 상호 건강위험의 영향을 주고 받는다. 가족 중 60세 이전에 고혈압이 있으면 고혈압 발생률이 2배 이상 높아지며, 4배 이상 높아진다고 보고되고 있다(Williams et al., 1993). 본 연구에서도 연령과 가족력에 따른 고혈압 발생률의 유의한 증가가 있는 것으로 나타났다. 음주는 양보다 빈도가 고혈압 발생과 더 관련이 있고, 음주빈도가 보통 이하인 사람에게서 음주량에 따른 고혈압 발생의 차이에 대한 연구는 일관되지 않다(Djoussé et al., 2009). 본 연구에서 고음주 습관을 유지하는 사람의 3-4년 이내 고혈압 이환율이 적정량의 음주를 하는 사람에 비해 1.34배(남성의 경우 1.41배) 높았다. 또 본 연구에서 허리둘레의 변화는 BMI에 비해 다른 요인과 함께 복합적인 위험요인으로서 고혈압 발생 예측 지표로 유용한 것으로 밝혀졌는데 복부비만이 지속되는 경우 정상을 유지하는 사람보다 1.56배(남성 1.59, 여성 2.03배) 높았다. Framingham 연구에서 체중이 5% 증가하면 고혈압 발생위험이 20-30% 증가한다고 보고하고 있다(Vasan et al., 2001). 혈압의 변화는 고혈압 발생의 가장 중요하고 독립적인 요인으로(Vasan et al., 2001), 본 연구에서 고혈압 전단계(120-139/80-89 mmHg)의 혈압 위험도가 지속되는 경우 3~4년 이내 고혈압 이환율은 16.52배(95% CI, 9.36-29.16) 높아지는 것으로 나타났는데 특히 여성의 경우는 30.9배(95% CI, 12.79-74.63) 높아졌다. 또 정상에서 고혈압 전단계로 혈압 위험도가 증가하는 경우는 4.06배, 고혈압 전단계에서 정상 범주로 혈압 위험도가 감소하는 경우도 3.8배 높아져서, 고혈압 전단계의 관리가 매우 중요함을 확인할 수 있다. Vasan 등(2001)은 고혈압 전단계 환자의 80~90%가 하나 이상의 심혈관계 위험요인을 가지고 있으며, 고혈압 전단계중 정상 범주(120-129/80-84 mmHg)와 정상위험 범주(130-139/85-89

mmHg)의 65세 미만 대상자가 4년 후 고혈압으로 이환될 확률이 각각 17.6%, 37.3%라고 보고하였다. 일부 연구에서 중성지방의 상승을 포함한 이상지혈증은 고혈압 발생의 위험요소로 알려져 있다(Tohidi et al., 2012). 본 연구에서도 중성지방의 변화가 고혈압 발생을 예측하는 주요 인자로 밝혀졌는데, 여성에게서 중성지방의 수치가 정상수준으로 낮아졌을 때 오히려 고혈압 발생이 2.36배 증가하는 것으로 나타났다. Paynter 등(2009)은 여성의 고혈압 발생 예측 요인으로 연령, BMI, 확장기 및 수축기 혈압, 인종과 총콜레스테롤/HDL콜레스테롤 비를 선별하였다.

본 연구에서 기존 연구와는 달리 단년(단회) 측정 위험요인을 기준으로 고혈압 발생을 예측한 것이 아니라 각 위험요인의 변화정도가 고혈압 발생에 미치는 영향에 대해 설명하고 있다. 고음주와 복부비만이 지속되는 경우 고혈압 발생에 유의한 영향이 나타났고, 특히 고혈압 전단계 수준의 혈압 위험도가 지속되는 경우 고혈압 발생에 유의한 영향을 나타내었다. 임난규 등(2013)은 Framingham 모형에 질병관리본부 자료를 적용한 결과 적합도가 떨어진다고 보고하였으며 한국인의 역학적 특성에 맞는 모형개발의 필요성을 제시하였다(Lim et al., 2013). 또 국민건강보험공단에서 제공하는 고혈압 HRA 서비스는 간접위험확률을 제시하는 모형이라는 제한점이 있다(조비룡 등, 2008). 본 연구는 대표적인 고혈압 예측 모형인 Framingham 모형과 Johns Hopkins 모형을 보완하여 단회 측정된 변수가 아닌 다년간 건강위험요인 상태변화를 설명 변수로 이용하였다. 그러나, 자료의 총 수집기간은 2008~2012년까지 5개년이나, 건강위험요인 상태 변화 관찰 기간은 2009~2010년까지 2년으로 한정된 제한점이 존재하는데, 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 2008년 건강검진 및 문진자료의 일부 항목을 제외하고는 2009~2012년까지 건강검진 및 문진 항목 자체 및 그 내용 측면에서도 차이가 있어, 건강위험요인 상태변화 측정 시 2008년 자료는 활용하지 않았다. 이에 2008년 자료는 전체 자료 중 연구대상자인 고혈압 미발생자를 선별하는 목적 등으로만 활용하였다. 둘째, 2년간 건강위험요인 상태변화의 효과를 이듬해인 특정 한해연도로 제한하는 것보다는 2년간의 효과로 판단하고자 하였기 때문이다. 즉, 2009~2010년의 자료로는 건강위험요인 상태변화를 측정하고, 2011~2012년의 자료는 건강위험요인 상태변화의 효과인 고혈압 발생유무를 측정하는 자료로 활용하였다. 그러나 본 연구에 기반한 후속연구에서는 보다 긴 장기간에 걸친 건강위험요인 상태변화와 질병발생 결과와의 관계를 분석하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 본 연구는 직장검진이 주를 이루는 검진기관 자료의 특성상 외적 타당도

연구가 필요한 일반화의 문제가 제기될 수 있는데, 이는 서울아산병원 검진센터 자료를 이용하여 한국형 심혈관질환예측 모형을 개발한 Park 등(2014)의 연구에서도 이와 유사한 문제를 보고하였다. 이와 같은 제한점에도 본 연구를 기반으로, 기존 모형의 제한점을 극복하는 다년간 추적조사 실시와 건강위험요인 상태변화에 따른 한국형 고혈압 건강 위험평가 모형 고도화에 대한 노력은 지속되어야 될 것으로 판단된다. 최근 Framingham의 초기 모형에 생화학검사결과(Chien et al., 2011)나 유전자 위험 점수(Fava et al., 2013) 등의 변수를 추가한 모형 연구가 시도되고 있다. 이는 전술된 내용과 더불어, 고혈압 발생 예측에 대한 노력이 사회적으로 문제가 되고 있는 심혈관질환과 같은 이차적인 질병과도 매우 밀접한 관계가 있으므로, 임상진료 및 공중보건 영역에서 더 활발히 논의되어야 될 사안이기 때문이다.

박일수는 인제대학교에서 데이터정보학 석사 및 보건학 박사학위를 받았으며, 현재 위덕대학교 보건학과 조교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 보건의료정보 및 보건행정이다.

(E-mail: ispark@uu.ac.kr)

김유미는 인제대학교에서 보건학 석박사학위를 받았으며, 현재 상지대학교 의료경영학과 조교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 보건의료정보, 의무기록 및 의료질 관리이다.

(E-mail: ymkim@sangji.ac.kr)

강성홍은 서울대학교에서 보건학 석사를, 인제대학교에서 보건학 박사학위를 취득하고, 현재 인제대학교 보건행정학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 보건의료정보 및 보건행정이다.

(E-mail: hcmkang@inje.ac.kr)

## 참고문헌

---

- 보건복지부, 질병관리본부. (2013). 2012 국민건강통계: 국민건강영양조사 제5기 3차년도. 오송: 질병관리본부.
- 신호철. (2002). 한국형 건강위험평가 도구의 개발 세미나. 대한가정의학회지, 23(11), pp.260-295.
- 용왕식, 박일수, 강성홍, 김원중, 김공현, 김광기, 등. (2006). 고혈압 발생 예측 모형 개발. 보건교육건강증진학회지, 23(4), pp.13-28.
- 윤하숙. (2013). 경제현안분석: 고령화를 준비하는 건강보험 정책의 방향. 서울: 한국개발연구원
- 정영호, 고숙자, 김은주. (2013). 효과적인 만성질환 관리방안 연구. 서울: 한국보건사회연구원
- 조비룡, 오승원, 권혁태, 박진호, 이철민, 박상민, 등. (2008). 개편된 일반건강검진 제도에 적합한 HRA 개발. 오송: 질병관리본부.
- 통계청. (2011). 장래인구추계 2010년~2060년. 대전: 통계청.
- Benetos, A., Waeber, B., Izzo, J., Mitchell, G., Resnick, L., & Asmar, R., et al. (2002). Influence of age, risk factors, and cardiovascular and renal disease on arterial stiffness: clinical applications. *Am J Hypertens*, 15, pp.1101-1108.
- Chien, K. L., Hsu, H. C., Su, T. C., Chang, W. T., & Sung, F. C., et al. (2011). Prediction models for the risk of new-onset hypertension in ethnic Chinese in Taiwan. *J Hum Hypertens*, 25, pp.294-303.
- Conroy, R. M., Pyorala, K., Fitzgerald, A. P., Sans, S., Menotti, A., & De Backer, G., et al. (2003). SCORE Project Group. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur Heart J*, 24, pp.987-1003.
- Djoussé, L., & Mukamal, K. J. (2009). Alcohol consumption and risk of hypertension: does the type of beverage or drinking pattern matter? *Rev Esp Cardiol*, 62(6), pp.603-605.
- Fava C., Sjogren M., Montagnana M., Danese E., & Almgren P., et al. (2013). Prediction of blood pressure changes over time and incidence of hypertension by a genetic risk score in Swedes. *Hypertension*, 61, pp.319-326.



- Kivimäki, M., Batty, G. D., Singh-Manoux, A., Ferrie, J. E., Tabak, A. G., & Jokela, M., et al. (2009). Validating the Framingham Hypertension Risk Score: results from the Whitehall II study. *Hypertension*, 54(3), pp.496-501.
- Lim, N. K., Son, K. H., Lee, K. S., Park, H. Y., & Cho, M. C. (2013). Predicting the risk of incident hypertension in a Korean middle-aged population: Korean genome and epidemiology study. *Journal of Clinical Hypertension*, 15(5), pp.344-349.
- OECD. (2013). *Health at a Glance 2013: OECD Indicators*, OECD, pp.25-171.
- Parikh, N. I., Pencina, M. J., Wang, T. J., Benjamin, E. J., Lanier, K. J., & Levy, D., et al. (2008). A risk score for predicting near-year incidence of hypertension: The Framingham Heart Study. *Annals of Internal Medicine*, 148(2), pp.102-110.
- Park, G. M., Han, S., Kim, S. H., Jo, M. W., Her, S. H., & Lee, J. B., et al. (2014). Model for assessing cardiovascular risk in a Korean population. *Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes*, 7(6), pp.944-951.
- Paynter, N. P., Cook, N. R., Everett, B. M., Sesso, H. D., & Buring, J. E., et al. (2009). Prediction of incident hypertension risk in women with currently normal blood pressure. *Am J Med*, 122, pp.464-471.
- Pearson, T. A., LaCroix, A. Z., Mead, L. A., & Liang, K. Y. (1990). The prediction of midlife coronary heart disease and hypertension in young adults: the Johns Hopkins multiple risk equations. *Am J Prev Med*, 6, pp.23-28.
- Tohidi, M., Hatami, M., Hadaegh, F., & Azizi, F. (2012). Triglycerides and triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio are strong predictors of incident hypertension in Middle Eastern women. *J Hum Hypertens*, 26(9), pp.525-532.
- Vasan, R. S., Larson, M. G., Leip, E. P., Kannel, W. B., & Levy, D. (2001). Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*, 358, pp.1682-1686.
- Williams, R. R., Hunt, S. C., Hopkins, P. N., Wu, L. L., Hasstedt, S. J., & Berry, T. D., et al. (1993). Genetic basis of familial dyslipidemia and hypertension: 15-year results from Utah. *Am J Hypertens*, 6(11 Pt 2), pp.319S-327S.

## Health Risk Appraisal Model for Assessing Hypertension by Changing Health Risk Factors

**Park, Il Su**  
(Uiduk University)

**Kim, Yoo Mi**  
(Sangji University)

**Kang, Sung Hong**  
(Inje University)

---

This study aimed to develop a health risk appraisal model for predicting hypertension incidence by using measures based on multi-year (2008-2012) data of individuals who underwent a general health examination. A total of 11,632 subjects with a normal blood pressure in 2010 were enrolled to observe changes of health behavior, anthropometric measurements, and laboratory results from 2009 through 2010 affecting hypertension incidence in 2011-2012. A hypertension risk score model was developed using logistic regression. Also, the C-statistic (95% confidence interval) was used to develop the best-fitting prediction model. Hypertension risk model consisted of age, family history of hypertension, and changes in drinking behavior, visceral obesity, blood pressure level, and triglycerides level (C-statistic=0.81[male=0.78, female=0.87]). The incidence rate of hypertension was positively associated with change ( ) in blood pressure level, especially sustaining level of prehypertension (odds ratio [95% CI], 16.52 [9.36-29.16]), independently from other risk factors. The health risk model will be helpful for clinicians and policy makers as well as individuals to prevent hypertension.

---

**Keywords:** Hypertension, Health Risk Appraisal Model, Health Behavior Change