

성인 고지혈증 선별 검사의 비용-효과 분석

차연순, 강영호, 이무송, 강위창¹⁾, 전성훈²⁾, 김기락²⁾, 이상일

울산대학교 의과대학 예방의학교실, 대전대학교 정보통계학과¹⁾, 서울아산병원 건강증진센터²⁾

Cost-Effectiveness Analysis of a Hyperlipidemia Mass Screening Program in Korea

Yeon-Soon Cha, Young-Ho Khang, Moo-Song Lee, Weechang Kang¹⁾, Sung-Hoon Jeon²⁾, Kee-Lak Kim²⁾, Sang-Il Lee

Department of Preventive Medicine, University of Ulsan College of Medicine; Department of Information and Statistics, Daejeon University¹⁾; Health Promotion Center, Asan Medical Center²⁾

Objective : Until now, there have been no evidence-based guidelines produced for the mass screening of hyperlipidemia cases in Korea. This study was done to find the most efficient strategy for a hyperlipidemia-screening program among Korean adults.

Method : Seven alternative strategies for hyperlipidemia screening were formulated and compared in terms of cost-effectiveness. Cost and effectiveness were estimated from social perspectives and using a two-stage screening process (initial testing and additional testing for positives from the first test). A computerized database (based on persons who had visited a health promotion center in one teaching hospital for a routine health check-up) was used to determine the cost and the outcome of various strategies. Official data was used in calculating direct and indirect costs. Effectiveness was measured according to the number of persons who needed clinical intervention for hyperlipidemia. A stratified analysis, considering age group and sex, was then done. Sensitivity analyses, focusing on several uncertain parameters, were also done.

Results : Of the seven test alternatives available, the most cost-effective strategy was a screening program, which consisted of an initial test of total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol and triglyceride. There was some variation in the rank of the cost-effectiveness ratios for the seven alternatives dependent on age group or gender.

Conclusions : Current hyperlipidemia screening practice, for National Health Insurance beneficiaries, tests only the total cholesterol level with a cut-off value of 260mg/dl as an initial screening test. It is not the best strategy for cost-effectiveness, and should be modified. Different screening strategies taking age group and sex into account should be developed and used for the efficient mass screening of hyperlipidemia cases among Korean adults.

Korean J Prev Med 2002;35(2):99-106

Key Words: Hyperlipidemia, Mass screening, Cost-effectiveness

서론

우리 나라의 심혈관 질환으로 인한 사망률은 감소하고 있으나, 인구 10만명 당 관상동맥질환으로 인한 사망률은 1985년 3.8명, 1994년 12.8명, 1998년 16.3명으로 증가하고 있다 [1]. 혈중 콜레스테롤 농도와 관상동맥질환으로 인한 사망률 사이에 강한 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다 [2]. 우리 나라 국민의 고지혈증 유병률과 혈중 콜레스테롤 농도가 증가하고 있는 것으로 보고되고 있다. 의료보험관리공단이 피보험자를 대상으로 한 건강진단에서 수진자의 평균 콜레스테롤 농도가 1980년 167.5 mg/dl, 1990년 186.0 mg/dl, 1998년 191.4 mg/dl로

꾸준히 증가하는 추세에 있으며 [3], 일부 지역의 자료에 의하면 인구 1,000명당 고지혈증 유병률이 1986년 3.0명에서 1995년 9.6명으로 10년 동안 3.2배 증가하였다 [4].

이에 따라 우리 나라에서도 고지혈증에 대한 관심이 높아지고 있어 국민건강보험공단을 비롯한 여러 기관에서 고지혈증 선별 검사를 시행하고 있으나, 여러 가지 문제점들이 있다. 현재 국민건강보험공단에서 실시하는 건강진단 중 고지혈증 선별검사에서는 1차 검사 시 총 콜레스테롤이 260 mg/dl 이상인 경우에만 2차 검사를 실시하고 있다 [5]. 미국의 국립콜레스테롤교육프로그램전문가 패널 (National Cholesterol Education

Program Expert Panel, 이하 NCEP)은 고지혈증의 고위험군 분별치를 240 mg/dl로 제시하고 있어 [6], 1차 검사에서 혈중 콜레스테롤 농도가 240~259 mg/dl인 사람들을 위음성으로 판정하게 된다. 또한 외국에서 시행된 기존 연구들에 따르면 혈중 총 콜레스테롤 농도가 220 mg/dl부터 관상동맥질환의 위험이 두드러지게 증가하며, 240 mg/dl부터 관상동맥질환으로 인한 사망률이 급격하게 증가한다는 점 [7,8]을 고려하여 볼 때 현재 국민건강보험공단이 적용하고 있는 선별 기준이 적절하지 않을 가능성이 있다. 한편, 여러 병원들에서 방문자들이 전액을 부담하여 시행하고 있는 종합건강진단은 선별검사의 효능이나 질병의 조기발견 효과를 고려하지 않고 있다는 비판이 있으며 [9], 명확한 과학적인 근거가

없는 아포지단백(apolipoprotein) 등과 같은 항목을 선별 검사 항목에 포함시키는 경우도 있다.

이와 같이 우리 나라 성인들을 대상으로 한 고지혈증 선별검사에 여러 가지 문제점들이 있으나, 선별검사의 적절성 여부 및 사업의 효율성 측면에서 구체적인 대안을 제시한 국내 연구는 없다. 외국에서 시행된 고지혈증 선별검사에 대한 경제학적 연구들이 몇 편 있지만 [10-12], 고지혈증 선별검사 자체에 대한 연구는 많지 않으며 우리 나라와는 유병률, 진료비 등에 차이가 있어 그 결과를 우리 나라에 일반화하여 적용할 수 없다. 이 연구의 목적은 사회적인 관점에서 우리 나라 성인에 대한 고지혈증 선별 검사에 대한 몇 가지 대안들의 비용-효과를 비교하여 가장 효율적인 사업 전략을 제시하는 것이다.

대상 및 방법

1. 분석 모형 및 주요 가정

이 연구에서는 고지혈증 선별검사 프로그램에 대하여 몇 가지 대안을 설정하고, 각 대안의 비용-효과비를 비교하였다. 각 대안은 고지혈증 선별 검사로 널리 이용되는 총 콜레스테롤(total cholesterol, 이하 TC), 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, 이하 HDL), 중성지방(triglyceride, 이하 TG) 중 1차 선별검사에 이용하는 항목과 1차 선별 검사에서 적용하는 총 콜레스테롤의 양성 판정 기준점(cut-off value)을 220 mg/dl, 240 mg/dl과 260 mg/dl로 구분하여" 다음과 같이 7가지로 구분하였다.

- 대안 I-1: 1차 선별검사로 TC만 시행, 양성 판정 기준점으로 220 mg/dl 적용
- 대안 I-2: 1차 선별검사로 TC만 시행, 양성 판정 기준점으로

240 mg/dl 적용

- 대안 I-3: 1차 선별검사로 TC만 시행, 양성 판정 기준점으로 260 mg/dl 적용
- 대안 II-1: 1차 선별검사로 TC와 HDL 시행, 양성 판정 기준점으로 220 mg/dl 적용
- 대안 II-2: 1차 선별검사로 TC와 HDL 시행, 양성 판정 기준점으로 240 mg/dl 적용
- 대안 II-3: 1차 선별검사로 TC와 HDL 시행, 양성 판정 기준점으로 260 mg/dl 적용
- 대안 III: 1차 선별검사로 TC, HDL 과 TG 모두 시행

대안 III을 제외한 6가지 대안에서는 1차 선별검사에서 양성으로 판정된 사람에 대하여 3가지 검사 중 1차 선별검사에서 시행하지 않은 검사 항목들을 2차 검사에서 모두 추가하여 시행하는 것으로 가정하였다. 즉, 1차 선별검사 양성자에 대하여 2차 검사로 대안 I에서는 HDL과 TG 검사를 추가로 시행하고, 대안 II에서는 TG를 추가로 시행하며, 1차 선별검사에서 음성인 사람에 대해서는 추가 검사를 시행하지 않는 것으로 가정하였다.

비용과 효과 계산의 기초 자료가 되는 1차 및 2차 검사자수는 한 병원의 건강증진센터 자료를 이용하여 모의실험(simulation)의 방법을 통하여 추정하였다. 모의실험을 통한 모델링에서 자료로 사용한 건강증진센터에서는 1차 검사로 고지혈증 검사 항목 3가지를 동시에 시행하고 있었으나, 7가지 대안별로 가상 시나리오에 따라 1차 선별검사와 2차 검사가 진행된 것으로 가정하여 1차 선별검사 및 2차 검사자수를 구하였다. 모의실험에서는 1999년 1월 1일부터 같은 해 12월 31일까지 서울에 위치한 한 교육 병원의 건강증진센터를 방문한 20세 이상의 성인 31,127명 중 과거력 및 문진에서 판상동맥질환이 없으며, 문진표를 충실하게

작성한 24,230명의 전산화된 기초 체력, 활력 징후, 설문지 및 임상병리 검사 결과 자료를 이용하였다.

이 연구에서는 비용과 효과는 모두 사회적 관점에서 추정하였다. 이 연구에서는 1999년 추계 인구수를 사용하여 우리나라 국민 중 20세 이상의 성인 인구 모두에 대하여 고지혈증 선별검사를 시행하는 것으로 가정하였다. 성 및 연령 분포에 따라 고지혈증 유병률에 차이가 있으며 모의실험에 이용한 건강증진센터 방문자와 전체 인구 집단의 성별 연령별 분포에 차이가 있어 비용 및 효과의 계산에서 각 소집단별 과거력, 현 병력 및 검사치를 적용하여 인구학적 분포를 보정하였다. 또한 현재의 건강진단에서 1차 선별검사 양성자 모두가 2차 검사를 받지 않고 있음을 감안하여, 현재 의료보험 건강진단의 2차 검사 수진율(남자 70.9%, 여자 62.4%) [3]을 참고로 하여 2차 검사 수진율의 기본값을 70%로 가정하였으며, 수진율이 증가할 경우 비용-효과 비의 순위 변화 여부를 파악하기 위하여 수진율을 100%로 가정한 민감도 분석 결과를 제시하였다. 비용과 효과가 동시에 발생하기 때문에 할인율은 적용하지 않았다.

2. 효과의 추정

이 연구에서는 고지혈증 선별검사의 효과를 선별검사를 통하여 발견한 식이요법 또는 약물 요법이 필요한 고지혈증 환자수로 정의하였다. 이 지표는 선별검사 프로그램의 최종 결과라기보다는 중간 결과에 해당하는 효과이지만, 고지혈증을 조기에 발견하고 적절한 임상적인 개입을 통하여 고지혈증 합병증의 발생 또는 그로 인한 사망을 감소시킬 수 있는 집단의 크기를 추정할 수 있다는 점 [13]에서 의미가 있다고 생각된다.

고지혈증에 대한 임상적 개입이 필요한 사람은 NCEP(1993)의 권고안 [6]을 적용하여 성, 연령, 저밀도지단백 콜레스

1) 양성 판정 기준점은 기존의 국민건강보험공단의 건강진단에서 사용하는 기준, 병원들의 종합건강진단에서 자체적으로 적용하는 기준, NCEP의 권고 기준과 판상동맥질환과 총 콜레스테롤의 관련성에 대한 기존 연구 결과 [7]를 참고로 하여 3가지로 구분하여 설정하였다.

테롤 (low density lipoprotein cholesterol, 이하 LDL)²⁾ 값, 위험 요인의 수 등을 기준으로 판정하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

- (1) 식이 요법이 필요한 자
 - ① 130 mg/dl ≤ LDL < 160 mg/dl 이고, 위험 요인 2개 이상
 - ② LDL ≥ 160 mg/dl 이고, 위험 요인 2개 미만
- (2) 약물 요법이 필요한 자
 - ① LDL ≥ 160 mg/dl 이고, 위험 요인 2개 이상
 - ② LDL ≥ 190 mg/dl 이고, 위험 요인 2개 미만

위험 요인의 수는 아래의 양성 위험 요인(positive risk factor)의 수에서 음성 위험 요인(negative risk factor)의 수를 빼서 계산하였다.

- (1) 양성 위험 요인
 - ① 45세 이상의 남자이거나 55세 이상의 여자 혹은 에스트로겐 대체 요법을 받지 않는 조기 폐경자
 - ② 조기 관상동맥질환의 가족력이 있는 자: 부 또는 부계 3촌 이내에서 55세 이전, 모 또는 모계 3촌 이내에서 65세 이전에 명확한 심근 경색증 또는 급사가 있는 경우
 - ③ 현재 흡연자
 - ④ 고혈압: 혈압 140/90 mmHg 이상 혹은 항고혈압제 복용자
 - ⑤ HDL < 35 mg/dl
 - ⑥ 당뇨병
- (2) 음성 위험 요인
 - ① HDL ≥ 60 mg/dl

각 대안별로 가상 시나리오에 따라 선별검사가 진행된 것으로 가정하고, 모의 실험을 통하여 임상적 개입이 필요한 고지혈증 환자 수를 추정하였다.

3. 비용의 추정

선별 검진의 비용은 직접 비용과 간접 비용으로 구분하여 계산하였다. 직접 비용의 계산에는 1차 선별검사의 검사비와 의

사 진찰료, 1차 선별검사 양성자에 대한 2차 검사 비용과 의사 진찰료를 포함하였다. 검사 비용은 1999년 의료보험 요양급여 기준 및 진료 수가 기준(TC 1,460원, HDL 5,130원, TG 2,710원)을 적용하였고, 의사 진찰료는 보건복지부에서 고시한 일반 건강진단 진찰료(초진 4,400원, 재진 3,300원)를 이용하였다 [5].

간접 비용의 항목으로는 교통비, 왕복 교통시간, 검사/진찰 시간 및 대기시간을 고려하였다. 교통비는 1인당 2회의 대중교통을 이용하는 것으로 가정하여 1999년 지하철 1구간 요금의 2배인 1,000원으로 계산하였다. 왕복 교통시간은 집 또는 직장과 가까운 의료기관에서 검사를 받는 것으로 가정하여 1시간이 소요되는 것으로 가정하였으며, 검사/진찰 시간 및 대기 시간은 한국보건사회연구원의 자료 [14]와 다른 연구 [15]를 참고로 하여 30분으로 가정하였다. 시간에 대한 화폐 가치는 1998년 통계청 자료에 월 평균 임금(남자 1,274,784원, 여자 804,343원)을 월 평균 근무 시간(남자 210시간, 여자 196시간)으로 나누어 계산한 후, 해당 기간의 임금 상승률(남자 11.2%, 여자 10.8%)을 적용하였다 [16].

각 대안별로 1차 선별검진자 수, 수검자 1인당 1차 선별 검진 비용, 1차 검사 양성자수와 수진자 1인당 2차 검진 비용을 계산하여, 다음의 식을 통하여 대안별로 총 비용을 추정하였다. 기본 상황(base case)의 검진 비용에는 직접 비용과 간접 비용을 모두 포함하였다.

총 비용 = 1차 선별 검진자 수 × 수검자 1인당 1차 선별 검진 비용 + 1차 검사 양성자수 × 수진율 × 수진자 1인당 2차 검진 비용

4. 민감도 분석

비용 및 효과의 추정에 사용한 자료의 정확성 또는 연구의 가정에 따라 비용-효과 비가 변화할 수 있으므로, 연구 모형에

포함된 다음의 5가지 상황을 설정하여 민감도 분석을 시행하였다.

(1) 건강진단의 시행 방법에 따라 왕복 교통 시간, 검사/진찰 시간 및 대기 시간이 달라질 수 있어 소요 시간을 2시간 30분(기본 시간 1시간 30분)으로 하여 비용을 추정된 민감도 분석을 시행하였다.

(2) 고지혈증 선별검사에 대한 홍보 활동의 강화로 1차 선별 검사 양성자 중 2차 검사 수진율이 증가할 수 있다는 점을 고려하여 2차 검사 수진율이 100%(기본 수진율 70%)라는 가정 하에 민감도 분석을 시행하였다.

(3) 보험자의 관점에서 본다면 간접 비용은 건강진단 사업 비용에 포함되지 않고, 의료기관에 대한 접근성이 높아지고 서비스가 개선된다면 간접 비용이 감소될 수 있다는 점을 고려하여 총 비용에서 간접 비용을 제외한 직접 비용만을 적용하여 비용-효과 비를 계산하였다.

(4) 보험자의 관점에서 볼 때 진찰료는 건강진단의 기본 항목으로 포함되므로 대안별 고지혈증 선별 검사 총 비용에서 의사 진찰료를 제외한 한계 비용(marginal cost)만을 포함하여 민감도 분석을 시행하였다.

(5) 시간의 화폐 가치가 총 비용 중 차지하는 비중이 매우 크고, 의료 외적인 요인에 따라 바뀔 수 있으므로 시간의 화폐 가치가 20% 증가하는 경우와 20% 감소하는 경우를 가정하여 민감도 분석을 시행하였다.

5. 비용-효과 비의 계산

이 연구에서는 1차 선별 검사 항목이 다른 대안들 사이의 비교는 고지혈증 선별검사를 시행하지 않는 경우(do nothing)와 비교하여 평균 비용-효과 비(average cost-effectiveness ratio)를 계산하였다.

$$\text{평균 비용-효과 비} = \text{총 비용} / \text{총 효과}$$

2) LDL = TC - HDL - (TG/5), 임상적 개입의 판단 기준으로 이용되는 LDL값의 계산을 위해서는 3가지 검사 항목(TC, HDL, TG)의 결과가 필요함.

고지혈증 1차 선별 검사 항목이 동일한 전략들 중 고지혈증 양성 판정 기준만이 다른 인접 대안들 간의 비교와 동일한 고지혈증 양성 판정 기준 하에서 1차 선별 검사 항목이 다른 인접 대안들 간의 비교에는 한계 비용-효과 비(Incremental cost-effectiveness ratio)를 이용하였다. 한계 비용-효과 비의 계산에서 전체 대안들을 총 비용 순으로 정렬하고 인접 대안과의 한계 비용과 한계 효과를 구한 후 한계 비용-효과 비를 계산하였다. 한계 비용-효과 비의 계산에 있어 열등한 대안은 비교 대상에서 제외하고 그 다음 순위의 대안과의 한계 비용-효과 비를 계산하였다 [18]³⁾.

$$\text{한계 비용-효과 비} = (\text{총 비용}_i - \text{총 비용}_j) / (\text{총 효과}_i - \text{총 효과}_j)$$

또한 성 및 연령군별로 비용-효과 분석 결과가 다르게 나타날 수 있다는 점을 고려하여, 성과 연령군으로 층화하여 소그룹별로 비용-효과 비를 계산하였다.

연구 결과

이 연구에서 모의실험에 사용한 자료인 한 병원 건강증진센터 방문자와 의료보험관리공단 건강진단 수진자를 연령군별로 구분하여 전체 수진자 중 혈중 TC 값이 230 mg/dl 이상인 자의 백분율⁴⁾을 비교한 결과 큰 차이가 없었다 (Table 1). 그러나 건강증진센터 방문자와 우리나라 1999년 추계 인구와 사이에는 성별·연령별 분포에 차이가 있으며, 연령이 증가할수록 혈중 TC 값이 증가하는 경향이 있어, 이후의 비용 및 효과 추정에서는 성 및 연령군별로 층을 구분하여 소그룹별로 추정치들을 각각 구한 후 합산하여 총 비용 및 총 효과를 계산하였다.

총 비용은 대안에 따라 약 410~623억원의 범위에 있었다. 총 비용 측면에서 가장 비용이 적게 드는 대안은 국민건강보

Table 1. Prevalence of hyperlipidemia by age group*

(unit: %)

Data source	Age group(year)				
	20~29	30~39	40~49	50~59	60+
Insurance data	5.4	9.1	14.5	20.0	19.3
Hospital data	5.3	10.2	16.3	24.3	23.6

*: total cholesterol \geq 230 mg/dl

Table 2. Total cost and its composition by alternatives

(unit: million won)

Alternatives	Direct Cost		Indirect Cost		Total (rank)*
	Lab. cost	Physician fee	Time cost	Travel cost	
I-1	6,793	12,568	25,093	2,953	47,408 (3)
I-2	5,153	11,877	23,254	2,744	43,029 (2)
I-3	4,372	11,548	22,405	2,644	40,971 (1)
II-1	20,567	12,827	25,845	3,032	62,273 (7)
II-2	19,052	12,190	24,170	2,839	58,251 (5)
II-3	18,219	11,839	23,248	2,732	56,040 (4)
III	23,851	11,284	21,715	2,564	59,416 (6)

*: rank by the ascending order

Table 3. Total cost, total effectiveness, and average C/E Ratios by alternatives

Alternatives	Total Cost (million won)	Total Effectiveness (detected number)	Average C/E Ratio (won/detected number)
I-1	47,408 (3)*	312,847 (5)	151,538 (2)
I-2	43,029 (2)	214,809 (3)	200,315 (4)
I-3	40,971 (1)	106,820 (1)	383,560 (6)
II-1	62,273 (7)	324,780 (6)	191,739 (3)
II-2	58,251 (5)	233,599 (4)	249,366 (5)
II-3	56,040 (4)	128,528 (2)	436,017 (7)
III	59,416 (6)	400,700 (7)	148,282 (1)

*: rank by the ascending order

험공단이 실시하는 방법으로, 1차 선별 검사에서 TC가 260 mg/dl 이상인 사람에게 대하여 2차 검사를 시행하는 대안 I-3이었다. 다음으로는 I-2, I-1, II-3, II-2, III, II-1의 순으로 총 비용이 증가하는 결과를 보였다. 총 비용 중 보험자가 부담하는 직접 비용은 최소 159억원(대안 I-3), 최대 351억원(대안 III)이었다. 총 비용 중 간접 비용이 차지하는 비중은 대안에 따라 40.9~61.1%로 비교적 크게 나타났으며, 비용 항목을 검사 비용, 의사 진찰료, 시간 비용, 교통 비용으로 구분하였을 때 대안 III을 제외한 다른 대안들에서는 총 비용 중 시간 비용의 비중이 41.5~54.7%로 가장 컸다 (Table 2).

임상적 개입이 필요한 고지혈증 환자 발견 건수로 측정된 대안별 총 효과는 약

11~40만건으로, 총 비용에 비하여 범위가 상대적으로 더 넓게 나타났다. 총 효과 측면에서는 1차 선별검사로 3가지 항목을 동시에 시행하는 방법(대안 III)이 효과가 가장 컸으며, 다음으로는 II-1, I-1, II-2, I-2, II-3, I-3의 순이었다 (Table 3). 대안의 평균 비용-효과 비(임상적 개입이 필요한 고지혈증 환자 발견 1건당 소요된 평균 비용)의 범위는 14.8~43.6만원/건이었다. 평균 비용-효과 비가 가장 작은 대안은 대안 III이었으며, I-1, II-1, I-2, II-2, I-3, II-3의 순으로 증가하였다 (Table 3).

고지혈증 1차 선별 검사에서 TC의 양성 판정 기준을 변화시킴에 따른 전략 I과 II에 속하는 대안들의 한계 비용-효과 비는 Table 4와 같다. 한계 비용-효과 비

3) 열등한 대안이란 인접 대안 사이에 dominance 또는 extended dominance가 발생한 경우를 의미한다.

4) 의료보험관리공단이 시행한 건강진단 결과의 원자료(raw data)를 구할 수 없어 보고서 [3]에서 파악할 수 있는 참고치를 이용하여 비교하였다.

5) 이러한 현상을 Weinstein(1990)은 "extended dominance"라고 하였으며, 효율성을 기준으로 할 때 선택할 수 있는 대안에서 제외되어야 한다.

Table 4. Incremental cost-effectiveness ratios by changing cut-off values

Alternatives	Total Cost ¹⁾	Total Effectiveness ²⁾	Incremental Cost ¹⁾	Incremental Effectiveness ²⁾	Incremental C/E Ratio
Do nothing	0	0	-	-	-
I-3*	40,971	106,820	(40,971)	(106,820)	(383,560)
I-2*	43,029	214,809	(43,029)	(214,809)	(200,315)
I-1	47,408	312,847	47,408	312,847	151,538
Do nothing	0	0	-	-	-
II-3*	56,040	128,528	(56,040)	(128,528)	(436,017)
II-2*	58,251	233,599	(58,251)	(233,599)	(249,366)
II-1	62,273	324,780	62,273	324,780	191,739

Unit of measurement: 1) million won, 2) detected number, 3) won/detected number
 *: This alternative is dominated by the next alternative in terms of incremental cost-effectiveness ratio(so called, extended dominance).

Table 5. Incremental cost-effectiveness ratios by changing screening test items

Alternatives	Total Cost ¹⁾	Total Effectiveness ²⁾	Incremental Cost ¹⁾	Incremental Effectiveness ²⁾	Incremental C/E Ratio ³⁾
Do nothing	0	0	-	-	-
I-1	47,408	312,847	47,408	312,847	151,538
III	59,416	400,700	12,008	87,853	136,687
II-1*	62,273	324,780	2,857	-75,920	-
Do nothing	0	0	-	-	-
I-2	43,029	214,809	43,029	214,809	200,315
II-2**	58,251	233,599	(15,222)	(18,790)	(810,115)
III	59,416	400,700	16,387	185,891	88,154
Do nothing	0	0	-	-	-
I-3	40,971	106,820	40,971	106,820	383,560
II-3**	56,040	128,528	(15,068)	(21,708)	(694,146)
III	59,416	400,700	18,499	293,880	62,947

Unit of measurement: 1) million won, 2) detected number, 3) won/detected number
 *: This alternative is dominated by other alternatives in terms of incremental cost-effectiveness ratio(so called, dominance).
 **: This alternative is dominated by the next alternative in terms of incremental cost-effectiveness ratio(so called, extended dominance).

Table 6. Average cost-effectiveness ratios by age group and sex

(unit: won/detected number)

Alternatives	Age(years)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60+
Men					
I-1	398,660(2)*	218,266(2)	142,156(2)	111,102(2)	115,237(2)
I-2	502,876(3)	296,183(4)	212,728(4)	172,234(4)	170,563(4)
I-3	1,025,061(6)	565,258(7)	423,675(7)	358,430(7)	351,577(7)
II-1	522,368(4)	265,223(3)	170,266(3)	133,101(3)	141,775(3)
II-2	658,493(5)	336,449(5)	243,156(5)	194,312(5)	196,317(5)
II-3	1,168,904(7)	548,635(6)	417,143(6)	338,896(6)	345,560(6)
III	348,204(1)	211,508(1)	118,500(1)	82,762(1)	86,376(1)
Women					
I-1	616,505(1)	607,040(1)	224,782(1)	85,915(1)	62,343(2)
I-2	748,213(2)	739,904(2)	259,360(2)	99,217(3)	76,819(3)
I-3	2,938,288(6)	1,522,605(6)	516,277(6)	156,383(6)	138,893(6)
II-1	842,580(3)	771,076(3)	298,030(4)	111,670(4)	80,703(4)
II-2	952,548(5)	938,161(5)	348,560(5)	130,072(5)	101,979(5)
II-3	3,055,815(7)	1,821,245(7)	683,853(7)	203,033(7)	181,098(7)
III	868,266(4)	776,109(4)	294,805(3)	88,989(2)	57,092(1)

*: rank by the ascending order

를 구하는 과정 중에 고지혈증 1차 선별 검사에서 TC의 양성 판정 기준을 260 mg/dl과 240 mg/dl로 설정하는 대안들

은 동일한 검사 항목의 대안들을 비용 순으로 나열하였을 때 다음 순위의 비용이 더 많이 드는 대안보다 한계 비용-효과

비가 크게 나타났다.⁵⁾

고지혈증 1차 선별 검사에서 동일한 TC의 양성 판정 기준에서 1차 선별 검사 항목을 추가하였을 경우의 한계 비용-효과 비는 Table 5와 같다. 고지혈증 1차 선별검사에서 TC의 양성 판정 기준을 220 mg/dl로 하였을 때, 대안 II-1은 대안 III에 비하여 비용이 더 들면서, 효과는 작아 고려 대상에서 배제되었다. 또한 TC의 양성 판정 기준을 240 mg/dl과 260 mg/dl로 한 경우에는 1차 선별 검사 항목으로 TC와 HDL를 측정하는 대안 II의 한계 비용-효과 비가 비용이 더 큰 다음 대안보다 모두 크게 나타났다.

성과 연령군별 평균 비용-효과 비는 Table 6과 같았다. 남자의 경우는 연령군에 무관하게 대안 III의 평균 비용-효과 비가 가장 작았으며, 여자의 경우는 60세 미만 군에서는 대안 I-1이, 60세 이상 군에서는 대안 III의 평균 비용-효과 비가 가장 작았다. 또한 성 및 연령군에 따라 평균 비용-효과 비의 크기의 순위에 차이가 있었다.

민감도 분석 결과를 정리하면 Table 7과 같다. 검사 및 대기 시간을 2시간 30분으로 가정한 경우(A)와 2차 검사 수진율을 100%로 가정한 경우(B)에는 평균 비용-효과 비 순위가 기본 값의 순위와 동일하였다. 총 비용 중 직접 비용만을 포함한 경우(C)와 검사 비용만을 포함한 경우(D)에는 기본 값에 비하여 평균 비용-효과 비의 순위에 변동이 있었으며, 대안 I-1의 평균 비용-효과 비가 가장 작았다. 시간의 화폐 가치를 20% 감소시킨 경우(E)와 20% 증가시킨 경우(F)에 평균 비용-효과 비가 가장 작은 대안은 각각 대안 I-1과 대안 III이었다.

고찰

평균 비용-효과 비는 아무런 조치도 취하지 않았을 경우(do nothing)와 비교하여 각 대안에서 한 단위의 효과를 얻는데 소요되는 비용을 의미한다 [18]. 이 연구에서 설정한 가정에 따라 기본 값을 부여(base case)하여 분석한 결과 고지혈증

Table 7. Average cost-effectiveness ratios by several scenarios

(unit: won/detected number)

Alternatives	Scenario					
	A	B	C	D	E	F
I-1	205,009(2)*	164,369(2)	61,888(1)	21,715(1)	135,496(1)	167,579(2)
I-2	272,485(4)	209,004(4)	79,282(2)	23,989(2)	178,662(4)	221,964(4)
I-3	523,393(6)	391,323(6)	149,047(6)	40,931(3)	341,603(6)	425,501(6)
II-1	244,790(3)	206,482(3)	102,824(4)	63,327(5)	175,824(3)	207,654(3)
II-2	318,342(5)	261,317(5)	133,744(5)	81,560(6)	228,724(5)	270,003(5)
II-3	556,604(7)	449,236(7)	233,871(7)	141,755(7)	399,838(7)	472,190(7)
III	184,410(1)	148,282(1)	87,688(3)	59,525(4)	137,442(2)	159,119(1)

1) A: examination time + waiting time = 2.5 hours

2) B: compliance of secondary examination = 100%

3) C: only direct cost included

4) D: only laboratory cost included

5) E: applied time value = 0.8 * time value in the base case

6) F: applied time value = 1.2 * time value in the base case

*: rank by the ascending order

선별 검사 방법의 7가지 대안들의 평균 비용-효과 비는 148,282원/건에서 436,017원/건으로, 최소값과 최대값의 비가 약 3배이었다. 이는 고지혈증 선별 검사에서 어떠한 대안을 선택할 것인가가 사업의 효율성에 매우 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다. 고지혈증 선별 검사 대안들 중 전반적으로 평균 비용-효과 비가 가장 작은 대안은 1차 선별 검사에서 TC, HDL과 TG의 3항목을 동시에 시행하는 대안 III이었다. 다음으로 평균 비용-효과 비가 작은 대안은 1차 선별 검사로 TC만을 시행하고 양성 판정 기준으로 220 mg/dl을 적용하는 대안 I-1이었다. 기존의 의료보험관리공단에서 시행하는 고지혈증 선별 검사 방법인 대안 I-3의 평균 비용-효과 비는 7가지 대안들 중에서 다른 대안들에 비하여 사업의 효율성이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이러한 현상이 나타난 이유는 대안의 총 비용 중 간접 비용이 차지하는 비중이 매우 크기 때문으로 생각된다. 또한 보험자가 부담하는 비용인 직접 비용 또는 고지혈증 선별 검사의 한계 비용에 해당하는 검사비만을 총 비용에 포함시킨 민감도 분석에서도 현재 보험자가 시행하고 있는 고지혈증 선별 검사 프로그램의 평균 비용-효과 비가 7가지의 대안들 중 6위와 3위로 다른 대안들에 비하여 크게 나타나고 있으며, 주 검진 대상인 40세 이상 연령군에서 평균 비용-효과 비가 남자의 경우 가장 높으며, 여자의 경우 6위로 나타나

는 것으로 보아 현행 고지혈증 선별 검사 사업에 개선의 여지가 있다는 점을 시사하고 있다.

성별, 연령군별 평균 비용-효과 비는 남자의 경우 모든 연령군에서 대안 III이 가장 효율성이 높았고, 20대를 제외한 연령군에서는 대안 I-3의 효율성이 가장 낮았다. 여자에서는 남자와 달리 50대까지는 대안 I-1이, 60대 이상에서는 대안 III이 가장 효율성이 높은 대안이었다. 또한 연령이 증가할수록 평균 비용-효과 비가 감소하였고, 동일한 연령군에서는 남자의 평균 비용-효과 비가 여자에 비하여 작게 나타났다. 이와 같이 성 및 연령군에 따라 평균 비용-효과 비가 달리 나타나는 이유는 우리나라 여자가 남자에 비하여 평균 콜레스테롤 수치가 낮기 때문 [19]으로 해석할 수 있다. 또한 콜레스테롤 저하 치료의 비용-효과는 고위험군을 대상으로 하였을 때 더 높게 나타나고 있으며 [10, 20], 젊은 성인에서의 콜레스테롤 측정이 비용-효과적이지 못하다는 [21] 기존의 연구 결과 등은 성별, 연령별 평균 비용-효과 비에 차이가 있는 이 연구의 결과와 부합하는 것이다. 이와 같이 성 및 연령에 따라 평균 비용-효과 비가 다르게 나타난다는 점을 고려할 때, 우리나라에서 성인을 대상으로 한 고지혈증 선별 검사에 대한 임상진료지침을 개발할 때, 검사 항목 및 선별 검사에서의 양성 판정 기준의 설정 등에 있어 성 및 연령별로 그 기준을 달리 설정할 필요가 있을 것이다.

민감도 분석에서 검진 및 대기 시간과 2차 검사 수신율은 대안들의 평균 비용-효과 비의 순위에 거의 영향을 미치지 않았다. 총 비용 중 보험자가 부담하는 비용에 해당하는 직접 비용 또는 검사비만을 비용 항목에 포함시키는 경우 사업의 효율성이 높은 대안은 대안 I-1, I-2의 순이었다. 이러한 결과는 보험자측면에서는 간접 비용에 대한 관심이 미약하므로, 현재의 검사 항목을 유지하더라도 1차 선별 검사에서의 TC의 양성 판정 기준을 하향 조정하면 사업의 효율성이 제고될 수 있음을 시사하고 있다. 시간의 화폐 가치를 변화시킨 경우에는 시간의 화폐 가치의 20% 감소를 가정하였을 때 효율성 측면에서 1순위와 2순위 대안의 순서에만 변동이 있었다.

현재 보험자가 시행하고 있는 고지혈증 선별 검사 프로그램에서 전체 사업 비용을 고려하지 않는 상태에서 사업의 개선을 위해서는 1차 선별 검사에서 TC의 양성 판정 기준을 하향 조정하는 방안이나 1차 선별 검사에서 검사 항목을 추가하는 방안을 고려하여 볼 수 있을 것이다. 이러한 프로그램의 변화 중 어떠한 것이 효율적인지를 판단하기 위하여 대안별로 한계 비용-효과 비를 산출하였다. 한계 비용-효과 비는 대안들을 총 비용이 증가하는 순서에 따라 나열한 후, 추가적으로 증가하는 한계 비용(incremental cost)에 비하여 추가적으로 증가한 한계 효과(incremental effectiveness)의 비를 구하는 것으로 사업 내용의 변화에 따른 효율성을 계량적으로 나타내준다 [18]. 고지혈증 1차 선별 검사 항목을 TC만으로 하는 경우 대안 I-3과 I-2의 한계 비용-효과 비는 대안 I-1의 한계 비용-효과 비인 151,538원/건보다 커서 사업의 효율성 측면에서 열등한 대안(extended dominance)으로 생각된다. 또한 고지혈증 1차 선별 검사에서 양성 판정 기준을 유지하면서 검사 항목을 변화시키는 경우에는 대안 II-3이 대안 III에 비하여 한계 비용-효과 비가 커서(extended dominance), 대안 II-3의 채택은 효율성을 기준으로 평가할 때 적절하지 않은 것으로 나타났

다. 사회적인 관점에서 고지혈증 선별 검사의 7가지 대안에 대한 평균 비용-효과 비와 한계 비용-효과 비를 검토한 결과 대안 III 또는 대안 I-1이 효율성 측면에서 유력한 대안으로 생각된다. 그러나 최종적인 사업 대안의 선택은 총 사업 비용의 부담 가능성, 사업 대상의 집단간의 형평성 등 효율성 이외의 다른 고려 요인에 따라 변화할 수 있을 것이다.

이 연구는 다음과 같은 측면에서 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째로 비용 및 효과 계산 모형에서 한 종합병원 건강증진센터 방문자의 건강진단 자료를 자료원으로 사용하였다는 점에서 자료의 대표성에 문제가 있을 수 있다. 즉, 모의 실험에 사용한 자료의 위험 요인 또는 고지혈증 검사 항목 결과치의 분포가 일반 인구 집단과 차이가 있을 수 있다. 이 연구에서 사용한 자료원과 기존의 의료보험 관리공단 건강진단 자료를 비교한 결과 두 집단 사이에 고지혈증의 연령별 유병률에서 큰 차이가 없었으며, 비용과 효과 추정 시에 성과 연령을 층화하여 보정하였기 때문에 이러한 문제점이 연구 결과에 큰 영향을 미치지지는 않았을 것으로 생각된다.

두 번째 문제점으로는 이 연구에서는 1차 선별 검사의 위양성과 위음성이 무시할 정도로 작다는 가정을 하였다. 위양성의 경우는 최종적으로 2차 검사를 거치게 되므로 큰 문제가 되지는 않을 것으로 생각된다. 선별 검사에서 위음성의 경우는 고지혈증 환자에 대한 2차 검사가 누락됨으로써 비용과 효과가 낮게 추정되어 결과적으로 비용-효과 비에 있어서는 서로 상쇄되는 방향으로 작용하였을 가능성이 높다. 또한 매 2년간격으로 고지혈증 선별 검사를 시행하게 되면 위음성이 감소하게 되므로 큰 문제가 되지 않을 것으로 가정하였지만, 앞으로 보다 정교한 연구 방법을 이용한 추가 연구가 필요할 것이다.

셋째로 비용 추정에 있어 1차 자료를 구할 수 없어 실제 측정치를 사용하지 못하고 몇 가지 가정을 적용하였다. 그러나 대부분의 경우 일반적으로 받아들일 수

있는 가정들이며, 다른 기존의 연구들을 참고로 하여 추정치를 설정하였기 때문에, 큰 문제는 없을 것으로 생각된다. 또한 이러한 문제점을 보완하기 위하여 불확실성이 있는 변수들에 대한 민감도 분석을 시행한 결과, 대안의 우선 순위에 큰 변동은 없었다는 점에서 이러한 문제점의 발생 가능성이 그리 크지 않았을 것으로 사료된다.

넷째로는 효과 지표로 생존기간의 연장 또는 질 보정 생존 기간(quality adjusted life years)과 같은 최종 결과가 아닌 고지혈증 발견자수라는 중간 결과를 이용하였다는 점에서 문제가 제기될 수 있다. 그러나 고지혈증이 사망률과 높은 관련이 있다는 점을 고려하여 볼 때, 이 연구에서 사용한 중간 결과는 일종의 최종 결과에 대한 대리 지표로 간주할 수 있다는 점에서 나름대로 의미를 가지고 있다고 생각된다. 앞으로 경제학적 평가에 필요한 기초 자료들을 확보하여 최종 결과를 이용한 비용-효과 분석 또는 비용-편익 분석이 이루어져야 할 것이다.

이 연구는 이와 같은 여러 가지 제한점이 있으나 비용-효과 분석을 통하여 우리나라 최초로 고지혈증 선별 검사 사업의 대안들에 대한 효율성을 계량적으로 평가하였다는 점에서 의의가 있다고 생각된다. 현재 질병의 조기 발견을 위하여 우리나라에서 시행되고 있는 여러 가지 건강진단 프로그램에 대한 비용-효과 측면에서 과학적인 근거가 매우 미약하다는 점을 고려하여 볼 때, 고지혈증 선별검사 뿐만 아니라 여러 가지 형태의 건강진단 프로그램들의 효율성에 대한 평가 연구들이 활발하게 이루어져야 할 것이다.

결론

이 연구는 사회적인 관점에서 우리나라 성인에 대한 고지혈증 선별 검사 대안들의 비용-효과를 비교하여 가장 효율적인 사업 대안을 모색하기 위하여 수행하였다.

고지혈증 선별 검사에서의 1차 선별 검사 항목과 TC의 양성 판정 기준에 따라

설정된 7가지 대안들 중 평균 비용-효과 비와 한계 비용-효과 비를 고려하여 볼 때, 1차 선별 검사로 TC만을 시행하고 양성 판정 기준인 220 mg/dl 이상인 사람을 대상으로 2차 검사를 하는 방안 또는 선별 검사에서 TC, LDL 및 TG를 한번에 시행하는 방안이 가장 효율성이 높은 사업 대안으로 나타났다. 현재 우리나라에서 보험자가 시행하고 있는 고지혈증 선별 검사 사업이 다른 대안들에 비하여 상대적으로 효율성이 낮게 나타나고 있어, 현재의 사업 프로그램 개선을 위한 노력이 필요할 것으로 생각된다. 또한 성 및 연령별로 비용-효과 비가 다르게 나타난다는 점을 고려하여 볼 때, 우리나라에서 앞으로 성인에 대한 고지혈증 선별 검사에 대한 임상진료지침 등을 개발함에 있어 성과 연령을 고려하여 지침을 개발하는 것이 합리적일 것으로 판단된다. 우리나라 성인에 대한 고지혈증 선별 검사의 효율성의 보다 정확한 평가를 위해서는 이 연구에서 가정한 변수들에 대한 1차 자료의 확보, 보다 정교한 모형의 개발, 최종 결과의 측정 등 연구 자료 및 방법을 개선한 추가 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 통계청. 1998년 사망원인 통계 연보. 1999
2. Neaton JD, Blackburn H, Jacobs D, Kuller L, Lee DJ, Sherwin R, Shih J, Stamler J, Wentworth D. Serum cholesterol level and mortality findings for men screened in the Multiple Risk Factor Intervention Trial. Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. *Arch Intern Med* 1992; 152(7): 1490-1500
3. 의료보험관리공단. 피보험자 건강진단 분석. 1981, 1991, 1999
4. 김경순. 한국인 허혈성 심질환의 사망률 및 유병률과 그 위험요인. 제14차 한국지질학회 추계 학술대회 초록집. 1999
5. 보건복지부. 건강진단 실시 기준. 보건복지부 고시 제1999-45호. 1999
6. National Cholesterol Education Program Expert Panel. Summary of the second report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of

- High Blood Cholesterol in Adult(Adult Treatment Panel II). *JAMA* 1993; 269(23): 3015-3023
7. Anderson KM, Castelli WP, Levy D. Cholesterol and mortality. 30 years follow-up from the Framingham Study. *JAMA* 1987; 257(16): 2176-2180
 8. Klag MJ, Ford DE, Mead LA, He J, Whelton PK, Liang KY, Levine DM. Serum cholesterol in young men and subsequent cardiovascular disease. *NEJM* 1993; 328(5): 313-318
 9. 이정권. 종합건강진단의 문제점. 가정 의학회지 1993; 14(6): 295-301
 10. Prosser LA, Stinnett AA, Goldman PA, Williams LW, Hunink MG, Goldman L, Weinstein MC. Cost-Effectiveness of Cholesterol Lowering Therapies according to Selected Patient Characteristics. *Ann Intern Med* 2000; 132: 769-779
 11. Berg JE. Screening for cardiovascular risk: cost-benefit considerations in a comparison total cholesterol measurements and two compound blood lipid indices. *Journal of Cardiovascular Risk* 1995; 2(5): 1287-1293
 12. Joven J, Vilella E. Primary prevention of arteriosclerosis: cost-efficiency ratio in the determination of cholesterol. *Medicina Clinica* 1990; 94(9): 333-336[Spanish]
 13. Shepherd J, Cobbe SM, Ford I, Isles CG, Lorimer AR, MacFarlane PW, McKillop JH, Packard CJ. Prevention of coronary heart disease with pravastatin in men with hypercholesterolemia. West of Scotland Coronary Prevention Study Group. *NEJM* 1995; 333(20): 1301-1307
 14. 한국보건사회연구원. 국민건강조사, 1995
 15. 양봉민, 김진현, 이석연. 산업보건사업의 경제성 분석. 직업병 예방 사업의 비용-편익 분석. 노동부, 1992
 16. 통계청. 1998 한국의 사회지표, 1999
 17. Weinstein MC. Principles of cost-effective resource allocation in health care organizations. *Int J Technology Assessment in Health Care* 1990; 6: 93-105
 18. Drummond MF, O'Brien B, Stoddart GL, Torrance GW. Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes. second edition, Oxford, Oxford University Press, 1997
 19. Kim JQ, Song JH, Cho HI, Park YB, Lee HK, Tchae BS, Kim SI. Reference(cut-off) values for serum total cholesterol among Korean adults resident in Seoul. *J Korean Med Assoc* 1990; 33(12): 1338-1344[Korean]
 20. Goldman L, Gordon DJ, Rifkind BM. Cost and health implications of cholesterol lowering. *Circulation* 1992; 85: 1960-1968
 21. Hully SB, Newman TB, Grady D, Garber AM, Baron RB, Browner WS. Should we be measuring blood cholesterol levels in young adults? *JAMA* 1993; 269(11): 1416-1419