

[ ]

## 우리 나라 자궁경부암 조기발견 사업의 비용-효과 분석

이상일, 조민우

울산대학교 의과대학 예방의학교실

### - 요약 -

연구배경	우리 나라에서 자궁경부암 조기 발견 사업에 대한 여러 지침이 있으나 비용-효과에 대한 실증적인 연구는 거의 없는 실정이다. 효율적인 자궁경부암 조기 발견 전략을 개발하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 2 가지 대안의 비용-효과를 비교하였다.
연구방법	40만 명의 우리 나라 20세 여성을 가상적인 코호트로 설정하였다. 만 20세부터 매년 자궁 경부 세포진 검사를 시행하여 만 60세(제1안)와 만 70세(제2안)에 종료하는 것으로 가정하고, Markov cohort simulation의 방법을 이용하여 각 대안에 대한 비용과 효과를 추정하였다. 사회적 측면을 고려하여 직접 비용과 간접 비용을 총 비용에 포함시켰고, 모든 비용과 효과에 대하여 5%의 할인율을 적용하여 동일한 시점의 가치로 환산하여 검사를 시행하지 않는 경우와 비교하였다.
결과	제2안이 제1안에 비하여 비용과 효과가 모두 크게 나타났으며, 평균 비용-효과 비와 한계 비용-효과 비를 비교한 결과, 제2안이 제1안에 비하여 비용-효과적인 것으로 판단되었다.
결론	총 사업 비용을 감당할 수 있다면 70세까지 검사를 시행하는 것이 60세까지 검사를 실시하는 것보다 더 효율적인 것으로 판단된다. 분석 모형에 사용된 변수들에 대한 국내 연구가 축적된다면, Markov 모형을 이용하여 다양한 사업 대안들에 대한 보다 정확하고 신뢰성 있는 비용-효과 분석이 가능할 것이다. (대한임상건강증진학회지 2003;3: 18~26)
중심 단어	자궁경부암, 집단 검진, 비용-효과 분석, Markov 모형

## 서 론

자궁경부암은 우리 나라 여성에서 발생하는 암종 중 위암과 유방암에 이어 세 번째로 흔한 암이며, 자궁경부암의 발생률은 여성 인구 10만 명당 25, 유병률은 여성 인구 10만 명당 31, 사망률은 여성 인구 10만 명당 6.8 정도의 수준인 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 자궁경부암은 상피내암(carcinoma in situ)에서 침윤성 암(invasive cancer)으로 진행하는데

10년 이상의 오랜 기간이 소요되는 것으로 알려져 있고, 자궁경부 세포진 검사(Papanicolaou smear)를 통하여 병변을 조기에 발견할 수 있다.<sup>2)</sup> 뿐만 아니라 자궁경부암은 증상이 나타난 이후에 발견하면 사망률이 높지만 조기에 발견하면 완치가 가능한 암이다. 자궁경부 세포진 검사는 기술적으로 간단하고, 민감도가 높으며, 비교적 비용이 적게 들어 자궁경부암의 조기 발견 방법으로 널리 사용되고 있다. 캐나다와 아이슬랜드와 같은 나라는 자궁경부암 집단 검진 프로그램을 효과적으로 운영하여 자궁경부암 사망률을 50~60%감소시켰으며, 비용-효과를 고려할 때 자궁경부암 선별 검사와 조기 치료는 투자할 가치가 있다고 한다.<sup>3)</sup>

우리 나라에서도 1988년부터 일부 직장의료보험 피보험자를 대상으로 자궁경부 세포진 검사를 시작한 이래, 2002년 현재 국민건강보험 피보험자 또는 피부양자 중 원하는 여성은 자궁경부 세포진 검사를 받을 수 있도록 되어 있다.<sup>4)</sup>

• 본 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-99-041-F00119)  
• 교신저자: 조민우, 울산대학교 의과대학 예방의학교실  
주 소: 서울시 송파구 풍납2동 388-1  
전 화: 02-3010-4258  
팩 스: 02-477-2898  
E-mail: Jominwoo@amc.seoul.kr  
접수일: 2003년 1월 10일      채택일: 2003년 3월 5일

대한가정의학회회는 '성 경험이 있는 모든 여성에 대해 규칙적인 자궁 경부 세포진 검사를 받을 것'과 '성 관계를 갖기 시작한 때부터 1년에 한번씩 자궁 경부 세포진 검사를 실시할 것'을 권하고 있다.<sup>5)</sup> 또한 국립암센터의 자궁경부암 조기 검진 권고안에 따르면, '만 30세 이상의 모든 여성은 자궁경부암 조기검진의 대상이 되며, 조기 검진의 대상자는 2년 간격으로 자궁경부암도말세포검사를 시행할 것을 권장하고 있다(표 1).<sup>6)</sup> 그러나 이러한 권고안들은 조기 검진의 시작 연령, 종료 연령, 시행 간격 등을 구체적으로 명시하지 않거나 권고안의 비용-효과에 대한 실증적인 근거 자료가 취약하다는 점에서 한계가 있다.

표 1. 자궁 경부 세포진 검사의 시행 권고안

항 목	건강보험 <sup>4)</sup>	대한가정의학회 <sup>5)</sup>	국립암센터 <sup>6)</sup>	Fahs 등 <sup>7)</sup>
시작 연령	검사를 원하는 여성	성 경험 이후	만30세	25~30세
종료 연령		-	-	65~70세
시행 간격		1년	2년	3~5년

우리 나라는 자궁경부암의 발생률, 검사법의 타당도와 신뢰도, 진료비 등이 다른 나라와 차이가 있어 외국의 권고안을 그대로 적용할 수 없다. 그리고, 유럽 여러 나라들의 자궁경부암 조기 검진 프로그램을 비교한 논문에서 따르면 자궁경부암 조기 발견을 위한 세포진 검사의 시작 시기, 시행 간격, 종료 시점 등이 나라마다 다른 것으로 보고되고 있다.<sup>7)</sup> 또한 같은 나라 내에서도 기관에 따라 권고안에 차이가 있다. 예를 들면 1988년까지 영국과 미국에서는 각각 4개 이상, 캐나다의 경우는 2개 이상의 다른 권고안이 존재하고 있었다.<sup>8)</sup> 미국 국립보건원은 성 관계를 활발하게 갖고 있거나 가졌던 모든 여성이나 18세 이상의 모든 여성에 대하여 자궁 경부 세포진 검사를 시작하고 연속하여 2회의 검사가 음성인 경우에 2~3년의 간격으로 검사를 시행하며 60세부터는 중단할 것을 추천하고 있으며<sup>9)</sup>, 캐나다의 경우에는 35세까지 매년 검사를 시행하고 그 후에는 5년 간격으로 검사할 것을 권하고 있다.<sup>10)</sup> 하지만, 국가적인 차원에서 효율적인 자궁경부암 조기 발견 전략을 개발하기 위해서는, 우리 나라의 자료를 근거로 자궁경부암 선별 검사의 시작 시기, 종료 시기 및 시행 간격을 고려한 여러 대안들의 비용과 효과를 종합적으로 비교 검토할 필요가 있다.<sup>11)</sup> 이 연구는 기존 연구를 통하여 선별 검사의 효과가 입증된 자궁경부암 대상으로 수학적 모형을 이용하여 사업 종료 연령에 따른 2 가지 대안의 비용-효과를 비교함으로써, 효율적인 자궁경부암 조

기 발견 전략 수립에 필요한 기초 자료를 제공하기 위하여 수행되었다.

## 연구 방법

### 1. 비교 대안의 설정

자궁 경부 세포진 검사는 1940년대부터 자궁경부암의 조기 발견에 사용되고 있으며, 사실상 자궁경부암 조기 발견에 가장 널리 사용되는 검사법이다. 자궁경부암 조기 발견 방법으로 질확대경 검사(colposcopy), 자궁경부확대촬영검사법(cervicogram/cervicography), 인간유두종바이러스(HPV) 검사 등의 다른 검사법들도 고려할 수 있으나, 이미 이 방법들은 집단 검진 방법으로는 적절하지 않은 것으로 알려져 있다.<sup>12)</sup> 따라서 본 연구에서는 자궁경부암 조기 발견 검사법으로 자궁경부 세포진 검사를 이용하는 것으로 가정하였다.

기존의 연구에서 자궁경부 세포진 검사가 자궁경부암 조기 발견을 통하여 발생률 및 사망률을 감소시키는데 효과적이라는 점이 알려져 있으나 그 구체적인 시행 방법에 대해서는 일치된 견해가 없다. 자궁경부 세포진 검사를 이용한 자궁암 조기 발견 사업의 주요 구성 요소는 조직화의 수준, 검사의 시작 연령, 검사의 종료 연령, 검사의 반복 간격, 사업의 시행 빈도, 비정상 검사 결과에 대한 조치 등이 있다. 이러한 구성 요소에 따라 사업의 비용과 효과가 크게 변화할 수 있다.<sup>8)</sup> 이 연구에서는 자궁경부암 조기 발견 사업의 이러한 구성 요소들 중 자궁경부 세포진 검사의 종료 연령에 대해서 차이를 두어 사업 대안을 설정하고, 이 대안들 각각의 비용-효과를 계량화하여 비교하였다.

자궁경부암 유병률이 높은 나라들에서 권고안에서 일반적으로 자궁경부 세포진 검사의 시작 연령을 성 경험 이후로 하고, 시행 간격을 1년으로 하고 있음을 고려하여 비교 대안의 검사 시작 연령은 20세로 하였고 시행 간격은 1년으로 설정하였다. 자궁경부 세포진 검사의 종료 연령을 60세로 하는 경우와 70세로 하는 경우로 나누어 표 2와 같은 2개의 사업 대안을 설정하였다. 이 연구에서는 이러한 2가지 사업 대안의 비용과 효과를 자궁경부암 조기 발견 사업을 하지 않았을 경우(do nothing, no screening)와 비교하였다(표 2).

표 2. 자궁 경부 세포진 검사 비용-효과 분석의 비교 대안

대안	시작 연령	종료 연령	시행 간격
제 1 안	20세	60세	1년
제 2 안	20세	70세	1년

## 2. 분석의 틀 : 비용-효과 분석

여러 보건 의료 사업의 경제성 분석 방법 중 비용-효과 분석과 비용-편익 분석이 보건의료 분야에서 널리 사용되고 있다.<sup>12)</sup> 여러 보건의료 전문가들은 비용-편익 분석에서 거처게 되는 편익의 계량화 과정이 인간의 생명이나 건강에 미치는 영향을 포함하고 있다는 측면에서 가치 평가(valuation) 과정에 의문을 제기하고 비용-효과 분석을 선호하는 경향을 보이고 있으며<sup>13)</sup>, 이 연구에서는 자궁경부암의 조기 발견을 통한 건강 증진이라는 동일한 사업 목적을 달성하기 위한 여러 대안들의 경제성을 비교 검토하는 것을 목적으로 하고 있기 때문에, 비용-효과 분석을 이용하였다.

## 3. 연구 대상 집단

대안별로 사업의 비용과 효과를 추정하여 비교하기 위하여 가상적인 코호트(hypothetical cohort)를 설정하였다. 우리나라 전체 인구 중 20세 여성 인구가 약 40만 명이라는 점을 고려하여 가상적인 코호트의 표본 수를 40만 명으로 가정하였다. 연구 대상 코호트에 해당하는 사람이 모두 자궁경부 세포진 검사를 받는 것으로 가정하여 선별검사를 시행하지 않는 경우에 비하여 2가지 사업 대안의 비용과 효과를 계산하였다.

## 4. 분석의 관점

비용과 효과를 측정하는 관점에 따라 분석에 포함하여야 할 비용과 효과의 범위가 변화하게 된다. 이 연구에서는 자궁경부암 조기 발견 사업의 전반적인 경제성을 분석하는 것을 목적으로 하고 있기 때문에 비용-효과 분석에서 일반적으로 가장 널리 사용하고 있는 사회적 관점(social perspective)에서 자궁경부 세포진 검사의 사업 대안별로 비용과 효과를 검토하였다.

## 5. 분석 모형

### 5.1 Markov 모형

가상적인 40만 명의 우리 나라 20세 여성에서의 선별 검사, 진단 및 치료 과정의 수학적 모델링을 위하여 만성 질환의 자연사를 모형화하는데 적합한 분석 방법인 Markov 모형을 이용하였다. Markov 모형은 일련의 건강 상태(Markov state)를 설정하고, 시간 경과에 따른 이 상태들 간의 이동

확률(transition probability)을 이용하여 질병의 자연사를 표현하는 수학적 기법이다.<sup>14)</sup>

자궁경부암의 자연사 모형에서 건강 상태는 The Bethesda System을 이용한 자궁경부 세포진 검사 결과<sup>15)</sup>와 침윤성 암의 진행 정도를 고려하여 건강 상태를 다음과 같은 7가지 상태로 구분하였다.

- ① 정상(normal)
- ② 저등급 편평상피내병변(low-grade squamous intraepithelial lesion, LSIL)
- ③ 고등급 편평상피내병변(high-grade squamous intraepithelial lesion, HSIL)
- ④ 국소 침윤성 암(local invasive cervical cancer, LICC): stage I
- ⑤ 부위 침윤성 암(regional invasive cervical cancer, RICC): stage II, III
- ⑥ 전이 침윤성 암(distant invasive cervical cancer, DICC): stage IV
- ⑦ 사망

자궁경부 세포진 검사 결과가 미확정 편평세포(atypical squamous cells of undetermined significance, ASCUS) 또는 미확정 선세포(atypical glandular cells of undetermined significance, AGUS)인 경우는 대부분이 전암성 병변이 아니고<sup>16)</sup>, 관리 방법이 정상인 경우와 비슷하다는 점을 고려하여 정상으로 분류하였다. 사망을 제외한 각 건강 상태를 다시 미인지 상태(unrecognized state)와 인지 상태(recognized state)로 다시 세분하였다. 미인지 상태는 의사의 진찰을 받지 못한 상태를 의미하며, 인지 상태는 검진 또는 유증상자에 대한 진단적 평가를 통하여 진단을 받게 되는 상태를 뜻한다. 예를 들어, 정상-인지 상태(normal-recognized state)는 정상 여성이 자궁 경부 세포진 검사 결과가 위양성(false positive)으로 나와 확진을 위한 검사를 받는 경우를 의미한다. 이 모형의 반복 단위(cycle length)는 1년으로 하였으며, 매년 각 상태별 인원 수, 코호트 중 생존자 수, 추가로 발생하는 비용 등을 계산하였다.

### 5.2 모형의 투입 요소에 대한 가정

Markov 모형을 이용한 모의 실험(simulation)을 위해서는 모형의 투입 요소에 대한 2가지 종류의 가정이 필요하다. 첫 번째 가정은 모형의 시작 시점에서 각 상태에 속한 인원의 분율에 관한 것이다. 이 모형에서 정확한 추정을 위해서는 20세 시점에서의 각 상태의 유병률 자료를 이용하여야

하지만, 이러한 자료를 얻을 수 없어 일반인의 건강검진 자료<sup>17)</sup>와 암 등록 자료에 근거한 교과서 자료<sup>1)</sup>를 이용하였다. 침윤성 암의 병기별 유병률은 침윤성 암의 유병률(인구 10만명 당 31명)에 환자의 임상적 병기 분포(I기 38%, II기 32%, III기 26%, IV기 4%)를 적용하여 계산하였다.

표 3. 인구 1,000명 당 초기 유병률

상태	유병률	참고 문헌
LSIL	5.1	김의정(2000)
HSIL	7.4	김의정(2000)
LICC	0.12	대한산부인과학회 교과서편찬위원회(1997)
RICC	0.18	대한산부인과학회 교과서편찬위원회(1997)
DICC	0.01	대한산부인과학회 교과서편찬위원회(1997)

두 번째 가정은 모험의 반복 기간(1년) 내에 하나의 상태에서 다른 상태로의 이동 확률에 관한 것이다. 모든 상태 사이에 이동이 가능한 것은 아니며(예를 들면, 사망에서는 다른 상태로 이동할 수 없음), 이 모형에서는 반복 기간 중 다음과 같은 5가지의 이동이 허용된 것으로 가정하였다.

- ① 인지(recognition) : 한 상태 내에서 검진 또는 진단을 통하여 미인지 상태에서 인지 상태로의 이동
- ② 제거(clearance) : 한 상태 내에서 자궁 경부 세포진 검사 결과가 위양성이라는 것을 확인하여 인지 상태에서 미인지 상태로 이동
- ③ 진행(progression) : 질병이 더욱 진행된 다른 상태로의 이동
- ④ 퇴행(regression) 또는 치유(cure) : 질병 상태에서 정상 상태로 이동(LSIL과 HSIL에서만 가능)
- ⑤ 사망(death) : 다른 건강 상태에서 사망 상태로의 이동

#### (1) 인지 확률

질병이 있는 사람의 미인지 상태에서 인지 상태로의 이동은 검사 방법의 민감도(sensitivity)에 따라 변화한다. 질병이 없는 사람에서의 인지 확률은 검사 결과가 위양성으로 나타날 확률, 즉 검사 방법의 특이도(specificity)에 따라 좌우된다. 표 4에 제시한 기존 연구 결과 등을 검토한 후 평균에 가장 가까운 값을 선택하여 이 연구에서는 검사 방법의 민감도는 70%, 특이도는 95%로 가정하였다.

표 4. 자궁경부 세포진 검사의 민감도와 특이도

	Fahs et al (1992)	임 등 (1995)	Goldie et al (1999)	Goldie et al (2001)
민감도	75%	77.3%	70%	60%
특이도	95%	96.4%	90%	95%

LSIL과 HSIL에서는 검진을 통해서만 자궁경부암이 인지되며, 침윤성 암에서는 증상이 나타나 인지될 수도 있는 것으로 가정하였다. 침윤성 암의 병기별 연간 증상 발현 확률은 Fahs 등<sup>18)</sup>의 자료(LICC 12%, RICC와 DICC 80%)를 이용하였다.

#### (2) 제거 확률

종합적인 확진 과정에는 오류가 없으며, 검진 결과 위양성자는 모두 확진을 위한 진단적 검사를 받고 이러한 확진 과정을 통하여 모두 자궁경부암 음성, 즉 정상-미인지(normal-unrecognized) 상태로 확인되는 것으로 가정하였다.

#### (3) 진행 확률

자궁경부암의 진행은 단계별로 진행하는 것으로 가정하였다. 정상에서 LSIL로, LSIL에서 HSIL로, HSIL에서 침윤성 암으로의 연간 진행 확률은 Goldie 등<sup>19)</sup>의 자료를 이용하였다. LICC, RICC, DICC 사이의 연간 진행 확률은 Fahs 등<sup>18)</sup>의 연구를 참고로 하여 각각 39%인 것으로 가정하였다.

#### (4) 퇴행 확률

자궁경부암의 퇴행은 LSIL과 HSIL에서만 정상으로의 퇴행이 가능한 것으로 가정하였고, 연간 퇴행 확률은 Goldie 등<sup>19)</sup>의 자료를 이용하였다. 기존 자료가 4년간에 걸친 퇴행 확률로 나타나있어 아래와 같은 declining exponential approximation of life expectancy(DEALE) 방법을 이용하여 연간 퇴행 확률로 환산하였다.<sup>20)</sup>

$$p = 1 - \exp(-rt)$$

$r$  : constant transition rate in a specified time ( $t$ )

$p$  : transition probability in a specified time

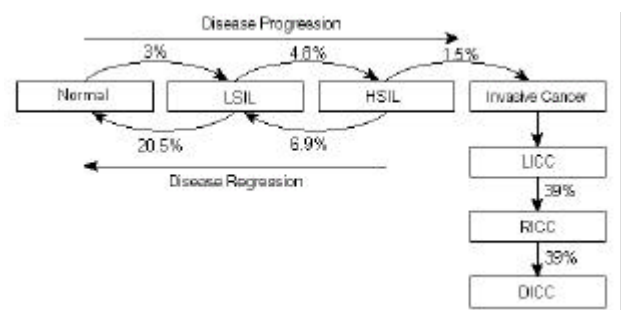


그림 1. 연령군 이동확률

## 5) 사망 확률

사망은 일반적 원인에 의한 사망과 자궁경부암으로 인한 사망으로 구분하여, 생명표 상의 연령별 사망률과 각 병기별 5년 생존율 자료<sup>21)</sup>를 DEALE 방정식에 대입하여 각 연령에서 일반적 원인에 의한 사망 확률과 자궁경부암으로 인한 사망 확률을 추정하였다. 자궁경부암 환자의 생존율은 연령에 따라 변화하지만, 이 연구에서는 모델링의 편의를 위하여 환자의 연령을 고려하지 않고 평균적인 5년 생존율을 이용하였다. 이 모형에서 사용한 자궁경부암 환자의 치료 후 5년 생존율은 Goldie 등<sup>22)</sup>의 자료를 이용하였다(LIcC 86%, RlCC 43%, DIcC 11%). 치료를 받지 않은 환자의 5년 생존율 자료는 구할 수 없어, 치료를 받은 환자의 50% 수준인 것으로 가정하였다.

## 5.3 서비스 및 비용에 대한 가정

모형에서 건강과 사망을 제외한 상태에 있는 모든 사람들은 각 상태별로 진단, 치료 및 추구 관리에 따른 비용이 발생하는 것으로 가정하였다. 또한 이 모형에서는 자궁경부암 이외의 다른 질병의 발견에 따라 발생할 수 있는 추가적인 비용과 편익은 고려하지 않았다. 비용은 검진 비용, 진료 비용과 기타 비용으로 구분하였다.

## (1) 검진 비용

모든 사람이 자궁경부 세포진 검사를 받는 것으로 가정하였다. 검진 비용에는 2001년 건강보험의 건강검진 상담료 및 행정 비용 4,400원과 자궁경부 세포진검사 비용 3,780원을 포함시켰다. 검진 결과 음성인 사람에 대해서는 별도의 추가적인 검사를 시행하지 않고 모형에 설정된 바와 같이 일정한 주기로 선별 검사를 받는 것으로 하였다.

## (2) 진료 비용

이 연구에서 진료 비용은 진단 비용, 치료 비용과 추구 관리 비용을 포함하는 의미로 사용하였다. Markov 상태별 진료 비용을 추정하기 위해서는 각 상태별 진료 행위의 항목과 상대적 빈도를 파악한 후, 이에 단위 비용(unit cost)을 곱하여 계산하여야 하지만, 우리 나라에 자궁경부암 환자에 대한 표준적인 임상진료지침이 존재하지 않고, 자궁경부암 환자의 병기별 진료 내용에 대한 실증적 자료를 구할 수 없어 미국의 기존 연구 자료에<sup>23)</sup> 우리 나라의 건강보험 진료비 수준을 적용하는 방식으로 구한 추정치를 사용하였다.

## (3) 기타 비용

자궁경부 세포진 검사를 통한 자궁경부암 조기 발견 사업의 총 비용(total cost, TC)을 직접 비용(direct cost, DC)과 간접 비용(indirect cost, IC)으로 구분하여 측정하였다. 직접 비용에는 검진 비용, 진단 비용, 치료 비용 및 추구 관리 비용이 포함된다. 진료비 외에 직접 비용에 포함될 수 있는 요소로는 여러 가지 비용이 있으나 이 연구에서는 교통 비용만을 고려하였다. 교통 비용은 모든 사람들이 가까이 있는 의료기관을 이용하는 것으로 가정하여 의료기관 1회 방문시 왕복 대중교통 요금(500원)을 이용하여 계산하였다.

간접 비용으로는 시간 비용을 고려하였다. 외래 방문의 경우, 교통 시간 1시간, 대기 및 검사 시간 30분, 입원의 경우에는 기존 미국 연구 자료의 병기별 평균 재원일수를 시간(1일 8시간)으로 변환하여 손실 시간 수를 추정하고, 우리 나라 여성 근로자의 시간당 평균 임금(1,134원)을 곱하여 시간 비용을 계산하였다.

이 연구에서 비용-효과 분석에 사용된 각 Markov 상태의 비용은 표 6과 같다.

표 6 Markov 상태의 비용 구성 및 추정값

(단위: 원)

상태	진찰료	세포진검사 비용	진단 및 치료 비용	추구 관리 비용	교통비용	시간비용	총비용	
							미인지	인 지
Normal	미인지	4,400	3,780	0	0	1,000	1,701	10,881
	인 지	4,400	3,780	50,299	0	2,000	3,402	
LsIL	미인지	4,400	3,780	0	0	1,000	1,701	10,881
	인 지	4,400	3,780	58,527	37,818	2,000	17,000	
HsIL	미인지	4,400	3,780	0	0	1,000	1,701	10,881
	인 지	4,400	3,780	343,124	37,818	2,000	51,481	
LIcC	미인지	4,400	3,780	0	0	1,000	1,701	10,881
	인 지	4,400	3,780	702,136	103,372	2,000	95,024	
RlCC	미인지	4,400	3,780	0	0	1,000	1,701	10,881
	인 지	4,400	3,780	1,069,063	98,478	2,000	70,531	
DIcC	미인지	4,400	3,780	0	0	1,000	1,701	10,881
	인 지	4,400	3,780	1,069,063	98,478	2,000	70,531	

#### 5.4 기타 고려 사항

##### (1) 효과의 측정

효과의 측정치로는 증가한 생존 기간(life-year saved, LY)을 이용하였다. 증가한 생존 기간은 Markov 모형을 이용하여 자궁 경부 세포진 검사를 시행하지 않은 경우를 기준으로 계산하였다. 효과도 비용과 마찬가지로 발생 시점이 차이가 있기 때문에 할인율을 적용하여 동일 시점의 효과(life-year, discounted, LYd)로 계산하였다.

##### (2) 비용과 효과의 할인

연구 설계 상 코호트를 이용한 경시적 관찰을 하게 되어 각 대안별로 비용과 효과의 발생 시점이 서로 다르다는 점을 감안하여 모든 비용과 효과는 할인율(discount rate)을 적용하여 동일 시점의 비용과 효과로 환산하였다. 할인율은 5%를 적용하였다.

##### (3) 비용-효과의 비교

비용-효과 비(cost-effectiveness ratio)를 이용하여 대안들의 효율성을 비교하였다. 비용-효과 비의 계산에서 비용은 동일 시점을 기준으로 할인율을 적용한 총 비용(total cost, discounted, TCd)을 이용하며, 효과는 증가한 생존 기간에 할인율을 적용하여 환산한 생존 연수(LYd)를 이용하였다. 최종적으로 제시한 평균 비용-효과 비(TCd/LYd)는 생존 기간을 1년 증가시키는데 필요한 비용을 의미한다. 자궁 경부 세포진 검사를 전혀 시행하지 않았을 경우와 비교하여 한계 비용-효과 비(incremental cost-effectiveness ratio)를 계산하였다.

#### 6. 분석 방법

의사결정나무(decision tree)와 Markov 모형을 이용한 자료 분석은 개인용 컴퓨터 소프트웨어인 DATA™ (Decision Analysis by TreeAge, TreeAge Software, Inc., Boston, MA)를 사용하였다.<sup>24)</sup> 자궁 경부 세포진 검사를 시행하지 않은 경우와 시행하는 경우 각각을 별개의 모형으로 구성하였다. 자궁 경부 세포진 검사 종료 연령 이후에는 종료 시점의 각 Markov 상태별 분포를 초기 값으로 하여 모든 대상자의 사망 연령에 해당하는 110세까지 자궁 경부 세포진 검사를 시행하지 않은 경우와 동일한 과정을 따르는 것으로 가정하여 Markov cohort simulation의 방법을 이용하여 비용과 효과를 계산하였다. 비용과 효과를 각

각 별도로 계산하였으며, 초기 값에 대하여 half cycle correction을 하였다.

#### 연구 결과 및 고찰

##### 1. 비용의 추정

자궁경부암 조기 검진을 전혀 시행하지 않는 경우(no screening)에도 진료비 및 기타 비용으로 약 52.5억원의 비용이 발생하는 것으로 추정되었다.

자궁 경부 세포진 검사를 20세부터 60세까지 매년 시행하는 경우에는 약 920억원의 비용이 소요될 것으로 예측되었으며 70세까지 매년 시행하는 경우에는 약 943억원이 소요될 것으로 계산되었다(표 7).

##### 2. 효과의 추정

자궁경부암 조기 검진을 전혀 시행하지 않는 경우(no screening), 20세 여성을 90년간 추적 관찰한 코호트의 총 생존기간의 합은 약 559만 인-년(life-year)이었다.

자궁경부 세포진 검사를 20세부터 60세까지 매년 시행하는 경우, 코호트의 총 생존 기간의 합은 약 560만 인-년으로 나타났다. 자궁 경부 세포진 검사를 통한 자궁경부암 조기 발견 및 조기 치료로 인하여 약 1만 인-년에 해당하는 생명 연장 효과가 있음을 알 수 있다.

자궁 경부 세포진 검사를 20세부터 70세까지 매년 시행하는 경우, 코호트의 총 생존 기간의 합은 약 560만 인-년을 약간 상회하였다. 이 역시 자궁 경부 세포진 검사를 통한 자궁경부암 조기 발견 및 조기 치료로 인하여 인구 집단의 생명이 연장되는 효과가 있음을 시사하는 소견이다(표 7).

##### 3. 비용-효과 비

###### 1) 평균 비용-효과 비

20세부터 60세까지 자궁경부 세포진 검사를 시행하는 방안의 평균 비용-효과 비는 조기 검진을 전혀 시행하지 않는 경우를 기준으로 할 때, 증가한 생존 기간 1년당 약 1000만원으로 나타났다.

$$(92,024 - 5,252) / (5,597 - 5,588) = 10.1 (100만원/년)$$

이와 동일한 방법으로 계산한 20세부터 70세까지 자궁경

부 세포진 검사를 시행하는 방안의 평균 비용-효과 비는 자궁경부암 조기 발견으로 증가한 생존 기간 1년 당 약 585만원이었다.

$$(94,323 - 5,252) / (5,603 - 5,588) = 5.85 \text{ (100만원/년)}$$

## 2) 한계 비용-효과 비

3가지 방안을 총 비용 순으로 차례로 나열한 후 계산한 인접 대안 사이의 한계 비용-효과 비는 표 7과 같다.

표 7. 대안별 비용, 효과와 한계 비용-효과 비

대안	총 비용 (백만원)	한계 비용 (백만원)	총 효과 (천년)	한계 효과 (년)	한계 비용-효과 비 (백만원/년)
No screening	5,252	-	5,588	-	-
Screening(60)	92,024	86,772	5,597	8,616	10.1
Screening(70)	94,323	2,296	5,603	6,618	0.3

총 사업 비용이 부담할 수 있는 범위 내에 있다면, 평균 비용-효과 비와 한계 비용-효과 비 모두에서 20세부터 70세까지 매년 자궁 경부 세포진 검사를 하는 방안이 60세까지만 시행하는 방안에 비하여 사회적인 관점에서 판단할 때 더 효율적인 대안이었다.

## 4. 연구의 제한점

### 1) 모형 자체의 제한점

이 연구에서 사용한 수학적 모형인 Markov 모형은 시간에 따라 위험(risk)이 지속되는 의사 결정에 관련된 문제에 특히 유용하게 사용되는 분석 방법이다.<sup>20)</sup> 자궁경부암은 이러한 조건에 비교적 잘 맞는 것으로 생각되어 기존의 여러 연구자들이 자궁경부암의 비용-효과 분석에 Markov 모형을 이용하여 왔다.

그러나 Markov 모형은 과거의 경로를 기억하지 않기 때문에(no memory) 이동 확률(transition probability)이 과거력에 따라 다른 경우, 특별한 주의를 요한다. 또한 집단 구성이 이질적인 경우(예를 들면, 연령에 따라 발생률, 치료 후 예후 등이 다른 경우)에는 비교적 동질적인 집단으로 상태를 분할하여야 한다. 이 연구에 사용한 Markov 모형은 이러한 문제점을 충분히 해결하지 못하였다는 제한점을 가지고 있다.

### 2) 모형에 사용한 변수의 불확실성

이 연구에서는 많은 가정을 전제로 Markov 모형을 이용

한 모의 실험에 사용되는 여러 가지 투입 변수의 값을 결정하였다. 가능한 한 국내 자료를 이용하려고 하였으나, 이 연구에 사용할 변수들에 대한 기존의 국내 1차 연구 결과가 부족하였기 때문에, 필요한 경우 외국의 연구 결과를 이용하였다. 우리 나라와 역학적 특성에 차이가 있기 때문에 이 연구에서 사용한 투입 변수 값이 부정확할 가능성이 있다.

특히 비용 자료의 경우 이용 가능한 국내 자료를 구할 수 없어, 미국의 의료 이용 자료에 근거하여 비용을 추정하였다는 문제점을 가지고 있다. 이 연구의 인지원 자궁경부암 환자의 진료비가 910,712원과 1,248,252원으로 기존 국내 연구에서 제시한 자궁경부암 환자의 총 의료비용(무증상자 592,183원, 유증상자 1,175,428원)<sup>25)</sup> 보다 약간 높았으나 두 연구 사이에 약 3년의 시점의 차이가 있었다는 점을 고려하면 비슷한 수준으로 볼 수 있어서 결정적인 문제는 없다고 판단하였다.

불확실성이 있는 변수 값의 변동에 따른 비용-효과 비의 변동 여부를 판단하기 위하여 민감도분석이 필요하지만, 이 연구에 사용한 변수들 중 불확실한 변수가 너무 많아 민감도 분석을 시행하지 못한 점이 연구 결론 도출에 큰 제한점으로 생각된다. 추후 지속적인 연구를 통하여 이 연구의 분석 모형에 사용한 변수들의 보완이 필요할 것으로 생각된다. 특히 이 연구의 경우 2가지 대안 사이에 비용과 효과에 큰 차이가 없기 때문에, 이 연구 결과만으로 단정적인 결론을 내리기 어려울 것으로 판단된다.

### 3) 비교 대안의 현실성

이 연구에서는 자궁경부암 조기 발견 사업 중 검진 종료 연령에 따라 2가지 대안만을 비교하였다. 가장 효율적인 자궁경부암 조기 발견 전략을 개발하기 위해서는 조기 검진의 종료 연령 뿐만 아니라 조기 검진의 방법, 시작 연령, 시행 간격 등을 고려하여 보다 다양한 사업 대안을 비교할 필요가 있다. 이 연구에서 사용한 Markov 모형이 앞으로의 보다 포괄적인 대안 비교에 널리 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 4) 기타

이 연구에서는 비용 중 비가시적 비용(intangible cost)을 고려하지 못하였고, 효과의 측정에서도 증가한 총 생존 기간을 이용하여, 각 상태별 삶의 질(quality of life)을 반영하지 못하였다. 이러한 제한점을 극복하기 위해서는 앞으로 QALY(quality adjusted life year)등과 같은 효과 측정치를 이용한 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. 대한산부인과학회 교과서편찬위원회. 부인과학. 제3판. 칼빈서적: 1997, p991.
2. Eddy DM. Screening for Cervical Cancer. *Ann Int Med* 1990; 113(3): 214-226.
3. Phillips MA, Freachem RGA., Koplan JP. The Emerging Agenda for Adult Health. In: Freachem RGA, Kjellstrom T, Murray CJL, Over M, Phillips MA(eds.). *The Health of Adults in the Developing World*. Oxford: Oxford University Press: 1992. pp.261-294.
4. 국민건강보험공단. 2001년도 건강검진 실시 안내. 2001. Available from: URL: [http://www.nhic.or.kr/frameset/minwon\\_gumjin\\_FS.htm](http://www.nhic.or.kr/frameset/minwon_gumjin_FS.htm)
5. 대한가정의학회. 한국인의 평생건강관리. 서울: 고려의학: 1995.
6. 국립암센터. 자궁경부암 조기 검진 권고안. 2002. Available from: URL: <http://www.ncc.re.kr/cancerboard/15policy.jsp>
7. Linos A, Riza E. Comparisons of cervical cancer screening programmes in the European Union. *Euro J Cancer* 2000; 36: 2260-65.
8. Fahs MC, Plichta SB, Mandelblatt JS. Cost-Effectiveness Policies for Cervical Cancer Screening: An International Review. *Pharmacoeconomics* 1996; 9(3): 211-230.
9. NIH Consensus Conference on Cervical Cancer Screening. Cervical cancer screening: summary on an NIH consensus statement. *BMJ* 1980; 281: 1264-66.
10. Canadian Task Force on Cervical Cancer Screening Programs. Cervical cancer screening programs: summary of the 1982 Canadian task force report. *Can Med Assoc J* 1982; 127: 581-589.
11. 남궁성은, 명광호. 우리 나라에서 암 조기 진단의 현황과 전망. *대한의사협회지* 1996; 39(8): 914-919.
12. Gold MR, Siegel JE, Russel LB, Weinstein MC(eds.). *Cost-Effectiveness in Health and Medicine*. New York: Oxford University Press: 1996.
13. Barnum HN. Cost-effectiveness of Programs to Combat Communicable Childhood Disease in Kenya. Mimeograph. Washington DC: AID: 1980.
14. Tom E, Schulman KA. Mathematical Models in Decision Analysis. *Inf Control Hosp Epidemiol* 1997; 18(1): 65-73.
15. 김희숙. The Bethesda System(TBS) - 자궁경부 세포진 검사의 새로운 보고 양식. *대한세포병리학회지* 1995; 6(2): 85-98.
16. 김희숙. 자궁경부 세포진에서의 미확정 편평세포, 미확정 선세포 및 양성 내막세포: 조직학적 상관성과 임상적 의의. *대한부인종양·콜포스코피학회지* 1998; 9(1): 12-28.
17. 김의경. Evaluating the Pap smear - The Bethesda System. *Pap Smear 2000 자료집*; 2000. pp. 35-41.
18. Fahs MC, Mandelblatt J, Schechter C, Muller CM. Cost effectiveness of cervical cancer screening for the elderly. *Ann Int Med* 1992; 117(6): 520-527.
19. Goldie SJ, Kuhn L, Denny L, Pollack A, Wright TC. Policy Analysis of Cervical Cancer Screening Strategies in Low-Resource Setting: Clinical Benefits and Cost-Effectiveness. *JAMA* 2001; 285(24): 3107-3115.
20. Sonnenberg FA, Beck JR. Markov Models in Medical Decision Making: A Practical Guide. *Medical Decision Making* 1993; 13(4): 322-338.
21. 통계청 통계정보시스템. 생명표. 2002. Available from: URL: <http://kosis.nso.go.kr/>
22. Goldie SJ, Weinstein MC, Kuntz KM, Freedberg K. The costs, clinical benefits, and cost-effectiveness of screening for cervical cancer in HIV-infected women. *Ann of Int Med* 1999; 130(2): 97-107.
23. Muller C, Mandelblatt J, Schechter C, Power EJ, Wagner JL, Duffy BM. Cost effectiveness of cervical cancer screening in elderly women. Background paper for the Office of Technology Assessment. U.S. Congress. February 1990.
24. Decision Analysis by TreeAge. TreeAge Software, Inc., Boston, MA, 2001.
25. 김훈교 등. 한국인 호발암 조기진단 방안 제시에 대한 연구. 보건복지부 1998, pp.68~99.

[ Abstract ]

## Cost-Effectiveness Analysis of Cervix Cancer Screening Program In Korea

Sang Il Lee, Min Woo Jo

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, University of Ulsan

Background	There is no evidence-based guideline based on cost-effectiveness analysis about the cervix cancer screening program in Korea. A cost-effectiveness analysis including two options was done in order to provide the basic data for developing more efficient strategy.
Methods	We assumed 400,000 women with age of 20 as a hypothetical cohort. We developed two options with different ending age of Pap smear (60 years and 70 years). All cost and effectiveness were estimated from Markov cohort simulation method. When calculating total cost, social perspective was taken. Cost-effectiveness ratios were calculated by comparing two options with "do nothing" strategy.
Results	Both cost and effectiveness of the latter option were greater than those of the former option. Cost-effectiveness ratio of the 2nd option is less than that of the 1st option.
Conclusions	If society can afford to pay the total cost of screening program, annual screening for the women up to age of 70 years is more efficient than that of 60 years in Korea. We can get more accurate and reliable cost-effectiveness analysis results if parameters of Markov model in this study are refined through further research.
(Korean J Health Promot Dis Prev 2003;3:18-26)	
Key words	cervix cancer, mass screening, cost-effectiveness analysis, Markov model

• Address for Correspondence : Min Woo Jo  
Department of Preventive Medicine, College of Medicine,  
University of Ulsan  
• Tel : 82-2-3010-4258  
• Fax : 82-2-477-2898  
• E-mail : jominwoo@amc.seoul.kr