

확률론적 모형을 이용한
우리나라 암 조기검진 전략

연세대학교 대학원

보건학과

정성화

확률론적 모형을 이용한
우리나라 암 조기검진 전략

지도 남 정 모 교수

이 논문을 박사 학위논문으로 제출함

2008년 6월 일

연세대학교 대학원

보건학과

정 성 화

정성화의 박사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2008년 6월 일

감사의 글

서울까지의 멀고도 긴 여정이었지만 이제 또 하나의 결실을 얻음에 제 주위의 모든 분들과 기쁨을 함께 하고자 합니다.

대학원 생활동안 항상 저를 깨우쳐 주시고 이 논문이 완성되기까지 제 능력이 미치지 못한 부분들에 세심한 지도를 아끼지 않으신 남정모 교수님께 진심으로 감사드립니다. 논문주제를 결정하고 긴 시간이 흘렀지만 논문의 흐름을 잃지 않도록 조언해 주신 이순영 교수님, 논문의 중요한 부분을 세심하게 짚어주신 김진흠 교수님, 멀리 미국에서 조언을 아끼지 않으신 김현창 교수님, 그리고 항상 넉넉한 마음으로 많은 고민을 함께 해 주신 강대룡 교수님께 부족하나마 이 지면을 빌어 깊이 감사드립니다. 또한 제가 보건학을 공부할 수 있도록 허락해 주시고 많은 가르침을 주신 연세대학교 대학원 보건학과의 모든 교수님께도 머리 숙여 감사드립니다.

두 번의 학위과정을 마칠 수 있도록 물심양면으로 많은 배려를 해주신 경북대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실의 송근배 교수님과 제가 보건학과 인연을 맺도록 주선해 주신 최연희 교수님, 그리고 예방치과학교실의 모든 선생님들께도 진심으로 감사드리고 싶습니다. 그리고 곁에 있다는 이유로 항상 힘이 되는 선배 이원기 박사님과 친구 송명언 박사께도 이 자리를 빌어 고마움을 전합니다.

마지막으로, 제 평생의 반려자로 헌신적인 내조를 아끼지 않는 아내 임채봉과 이제는 훌쩍 커버린 아들 해욱과 딸 수연에게도 고마움을 전하며, 변함없는 사랑과 성원을 보내주신 아버님, 어머님, 장인어른과 장모님께도 그 깊은 은혜에 감사를 드립니다.

이것이 앞으로의 더 큰 결실을 위한 새로운 시작이라 여기고 더욱 열심히 노력할 것을 스스로에게 다짐하면서 주위의 모든 분들에게 다시 한번 고개 숙여 감사드립니다.

2008년 8월

정 성 화 拜上

차 례

표차례	iv
그림차례	vii
국문요약	ix
제 1 장 서론	1
1.1 연구배경	1
1.2 우리나라 주요 암 현황 및 검진 권고안	3
1.2.1 위암	3
1.2.2 대장암	4
1.2.3 유방암	4
1.2.4 자궁경부암	5
1.3 외국의 주요 암 검진 권고안	7
1.4 암 검진 프로그램의 검진주기	9
1.5 암 검진 프로그램의 비용-효과 분석	10
1.6 연구목적	11

제 2 장	연구방법	12
2.1	주요 암 발생률 자료	12
2.2	연구모형	12
2.2.1	가정 및 모수추정	13
2.2.2	무증상 상태에 있는 암 환자의 확률 추정	13
2.3	암 조기검진 전략의 효율성 평가	15
2.3.1	암 조기검진 전략	15
2.3.2	검진의 민감도 평가	17
2.3.3	비용-효과 분석	18
2.4	암 조기검진 전략의 민감도 분석	19
제 3 장	연구결과	21
3.1	비용-효과 분석	21
3.1.1	위암	21
3.1.2	대장암	30
3.1.3	유방암	49
3.1.4	자궁경부암	54

3.2 민감도 분석	59
3.2.1 위암	59
3.2.2 대장암	64
3.2.3 유방암	74
3.2.4 자궁경부암	77
제 4 장 고찰	81
제 5 장 결론	89
참고문헌	91
영문요약	99

표 차 례

Table 1. National cancer center recommendations for the early detection of cancer in average risk asymptomatic people in Korea	6
Table 2. Screening strategies for the early detection of cancer	16
Table 3. Parameters and unit costs in the analysis	19
Table 4. Range of parameters in the sensitivity analysis	20
Table 5. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for male gastric cancer	22
Table 6. Cost-effectiveness of selected screening strategies for male gastric cancer	24
Table 7. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for female gastric cancer	26
Table 8. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female gastric cancer	28
Table 9. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals and modalities for male colorectal cancer	31
Table 10. Cost-effectiveness of selected screening strategies for male colorectal cancer using fecal occult blood test	35

Table 11. Cost-effectiveness of selected screening strategies for male colorectal cancer using colonoscopy	38
Table 12. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals and modalities for female colorectal cancer	40
Table 13. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female colorectal cancer using fecal occult blood test	44
Table 14. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female colorectal cancer using colonoscopy	47
Table 15. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for female breast cancer	50
Table 16. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female breast cancer	52
Table 17. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for female cervical cancer	55
Table 18. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female cervical cancer	56
Table 19. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for male gastric cancer	60
Table 20. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female gastric cancer	62

Table 21. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for male colorectal cancer using fecal occult blood test	65
Table 22. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female colorectal cancer using fecal occult blood test	67
Table 23. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for male colorectal cancer using colonoscopy	70
Table 24. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female colorectal cancer using colonoscopy	72
Table 25. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female breast cancer	75
Table 26. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female cervical cancer	78

그림 차례

Figure 1. Age-specific incidence rate of gastric cancer by gender in Korea, 2002	21
Figure 2. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for male gastric cancer	25
Figure 3. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for female gastric cancer	29
Figure 4. Age-specific incidence rate of colorectal cancer by gender in Korea, 2002	30
Figure 5. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for male colorectal cancer according to screening modalities	32
Figure 6. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for male colorectal cancer using fecal occult blood test	36
Figure 7. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for male colorectal cancer using colonoscopy	39
Figure 8. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for female colorectal cancer according to screening modalities	41
Figure 9. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for female colorectal cancer using fecal occult blood test	45

Figure 10. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for female colorectal cancer using colonoscopy	48
Figure 11. Age-specific incidence rate of female breast cancer in Korea, 2002	49
Figure 12. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for female breast cancer	53
Figure 13. Age-specific incidence rate of female cervical cancer in Korea, 2002	54
Figure 14. Expansion path of the most cost-effective screening strategies for female cervical cancer	58

국 문 요 약

확률론적 모형을 이용한 우리나라 암 조기검진 전략

본 논문에서는 우리나라 위암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암 조기검진 권고안을 바탕으로 검진주기 및 검진연령 변화에 따른 다양한 검진전략들의 효율성을 검토하고 비용-효과 분석(cost-effectiveness analysis)을 통하여 비용-효과적인 대안을 찾아 제시하고자 하였다.

한국중앙암등록본부의 2002년 악성종양의 원발 부위에 따른 연령별, 성별분포 자료와 Lee와 Zelen(1998)에 의해 제안된 확률론적 모형을 이용하여 고려된 검진 전략의 검진의 민감도(schedule sensitivity)와 검진대상 집단 내에서 무증상 상태에 있는 암 환자를 발견할 확률(detection probability) 및 검진비용을 추정하여 비용-효과 분석을 시행하였고, 민감도 분석(sensitivity analysis)을 통하여 제안된 검진전략의 안정성을 평가하였다.

연구결과 비용-효과적인 측면에서 위암 검진의 경우는 남녀 모두 45세부터 75세까지 매 3년마다 위내시경 검사(endoscopy)를 받는 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았고, 대장암 검진에서는 대변잠혈반응검사(fecal occult blood test)를 이용할 경우는 55세부터 75세까지 2년 주기의 검진전략이, 대장내시경 검사(colonoscopy)를 이용할 경우는 55세부터 65세까지 10년 주기의 검진전략이 상대적으로 높은 효율성을 나타내었으며, 대장내시경 검사보다는 대변잠혈반응검사를 이용한 검진전략의 효율성이 더 높았다. 또한 유방암 검진에서는 우리나라 여성의 경우 35세부터 65세까지 매 3년마다 유방촬영술 검사(mammography)를 받는 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았고, 자궁경부암 검진에서는 자궁경부세포검사(pap smear test)를 이용한 35세부터 65세까지 3년 주기의 검진전략이 상대적으로 높은 효율성을 나타내었다. 한편 민감도 분석에서도 각 검진전략의 효과와 비용을

추정하는데 사용된 모수의 변화에 상관없이 제안된 검진전략의 효율성이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서 제시된 분석결과는 우리나라 주요 암 조기검진 프로그램의 효율성을 평가하는데 유용하게 활용될 수 있으며, 확률과정론에 근거한 접근방법은 새로운 조기검진 프로그램을 개발하고 평가하는데 있어 이론적으로 중요한 도구가 될 수 있을 것으로 생각된다.

핵심되는 말 : 위암, 대장암, 유방암, 자궁경부암, 조기검진, 비용-효과 분석,
민감도 분석, 확률론적 모형

제 1 장 서 론

1.1 연구배경

우리나라에서는 매년 10만여명의 암환자가 발생하고 있으며(한국중앙암등록본부, 2003), 암은 우리나라 사망원인 1위인 질병으로 2006년 전체 사망자의 약 27%인 65,000여명이 암으로 사망하였다(통계청, 2007). 주요 호발암은 남성에서 위암, 폐암, 간암, 대장암 순이고 여성에서는 위암, 유방암, 대장암, 자궁경부암 순이다(Shin 등, 2005). 또한 암으로 인한 사망과 암 발생은 지속적으로 증가되고 있어, 국가 전체적으로 인적자원의 손실과 생산성 감소 등의 사회·경제적 손실 뿐만 아니라 개인적으로도 환자와 가족들의 정신적, 물질적 피해를 초래하고 있다(윤석준 등, 2000).

세계보건기구에서는 암으로 인한 사망을 줄이고, 암환자와 그 가족들의 삶의 질을 향상시키기 위한 국가 단위의 노력으로 국가암관리사업을 추천하고 있다(WHO, 2003). 특히 암 검진의 경우 무증상 상태(pre-clinical stage)의 병변을 조기에 발견하여 치료하면 암 발생 자체를 줄일 수 있으며, 암이 발생한 경우에도 조기에 발견하여 치료할 경우 암으로 인한 사망을 크게 줄일 수 있기 때문에 암으로 인한 개인 및 가족의 고통과 국민적 부담을 크게 감소시킬 수 있는 중요한 암 관리 전략이 되고 있다(곽민선 등, 2006).

우리나라에서도 국가적 차원의 암 관리 정책의 필요성을 인식하고 1996년부터 암정복 10개년 계획을 수립하여 추진하고 있으며, 그 일환으로 1999년부터 의료급여 수급자를 대상으로 위암, 유방암, 자궁경부암에 대해 무료 암 검진사업을 시작하였다. 그 후 2002년에는 대상자를 건강보험 가입자의 보험료 부과기준 하위 20%에 해당하는 저소득층까지 확대하였고, 2003년과 2004년에는 각각 간암과 대

장암 검진을 추가하였으며, 2006년에는 위암, 간암, 대장암, 유방암, 자궁경부암의 5대 암에 대해 의료급여 수급자 및 건강보험 가입자의 보험료 부과기준 하위 50% 까지 무료 암 검진사업 대상자를 확대함으로써 암 검진에 있어 국가적인 관리노력을 강화하고 있다(보건복지부, 2006).

암 뿐만 아니라 모든 질병에 대한 조기검진 프로그램은 주어진 검진비용 내에서 검진을 통하여 무증상 상태에 있는 대상자를 최대한 많이 찾아내도록 계획되어야 한다. 따라서 암 조기검진 프로그램을 효율적으로 운용하기 위해서는 검진을 몇 세부터 몇 세까지 받아야 하는지, 어떠한 진단방법을 사용해야 할 것인지 등에 대한 검진방안이 뒷받침되어야 한다(DeVita 등, 1997). 또한 암 검진을 위해 어떤 방법을 이용할 것인가는 검사의 진단적 가치와 안정성, 비용 및 환자의 선호도 등을 반영하여 결정되어야 한다(Ransohoff와 Sandler, 2002). 우리나라에서는 2001년 국립암센터와 관련전문학회가 주요 암에 대한 검진대상과 검진주기, 검진방법을 공동으로 개발한 검진전략을 제시함으로써 개인들에게 개별적으로 검진을 권고하고 있다(국가암정보센터, 2008).

암 검진 프로그램에서 검진전략은 매우 중요하다. 왜냐하면 부적절한 검진도구를 이용하여 대상 인구집단의 발생률이나 유병률을 고려하지 않고 무조건 정기적으로 검진을 수행하는 전략은 많은 수의 위양성 판정으로 불필요한 진단과 치료를 추가하게 되고, 또한 위음성 판정으로 인해 적절한 치료시기를 놓치게 될 수도 있다. 이러한 의학적인 면과 더불어 고려해야할 점은 검진 전략의 경제적인 효율성으로 질병의 특성 및 검사대상의 특성에 따라 제한된 예산 하에서 가장 효율적인 검진전략을 마련하는 것이다(박상민 등, 2004). 이미 외국에서는 암 검진 프로그램에 대한 비용-효과 분석(cost-effectiveness analysis)을 통하여 검진 권고안을 발표하고 있음에도 불구하고 국내에서는 아직까지 암 검진 프로그램에 대한 비용-효과 분석은 일부 암에 대해 제한적으로 이루어지고 있는 실정이다(노주형 등, 2002; 한동수 등, 2004; 박상민 등, 2004). 따라서 암 검진 권고안의 비용-효과성을 고려하여 우리나라 암 조기검진 권고안이 국내 실정에 적합한지를 검증하는 것은 의미있는 연구로 생각된다.

1.2 우리나라 주요 암 현황 및 검진 권고안

우리나라 국가 암조기검진사업의 검진대상 암종은 위암, 간암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암의 5대암이다. 그러나 간암 검진은 간경변증이나 B형 간염바이러스 항원 또는 C형 간염바이러스 항체 양성반응으로 확인된 고위험집단을 검진대상으로 하고 있기 때문에 본 연구에서는 이를 제외한 위암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암을 대상으로 하였다.

1.2.1 위암

우리나라에서 위암은 2005년 암 사망자 중 폐암과 간암에 이어 사망원인 3위이며(통계청, 2007), 1999년부터 2002년까지의 암 발생자 중 위암 환자가 연평균 21,764명으로 암 발생 1위를 차지하고 있다(한국중앙암등록본부, 2005).

위암은 남녀 모두에서 발생률 1위를 차지하는 암종으로 2002년 인구 10만명당 발생률이 44.8명이고, 2006년 사망률이 인구 10만명당 22.0명으로 발생률과 사망률이 모두 높으며, 사회경제적으로 질병부담이 커서 국가 암 관리 차원에서 매우 중요하다(Yoon 등, 2002; Shin 등, 2005; 통계청, 2007). 또한 위암은 적극적인 조기검진으로 5년 생존율을 향상시키고 사망률은 낮출 수 있는 것으로 보고되고 있다(Fukao 등, 1995; Tsubono와 Hisamichi, 2000).

우리나라에서는 국립암센터와 대한위암학회에서 40세 이상의 성인은 위내시경(endoscopy) 또는 위장조영술(upper gastrointestinography)을 이용하여 2년에 1번 위암 검진을 받도록 하는 검진 권고안을 개발하여 국가암조기검진사업에서 시행해 오고 있다(국가암정보센터, 2008).

1.2.2 대장암

우리나라에서 대장암은 모든 암 중 남녀 모두 네 번째로 높은 발생률을 기록하고 있다. 대장암은 암등록사업이 시작된 1980년에는 전체 암의 5.8%를 차지하던 것이 1990년에는 6.9%, 그리고 2000년에는 10.3%로 지속적인 증가 추세를 보이고 있다(한국중앙암등록본부, 2005).

대장암은 발생률과 사망률이 높지만, 무증상 기간이 길고 조기에 진단할 경우 치료가 가능하기 때문에 조기검진과 예방적 치료가 효과적이라고 증명된 질환이다(Rudy와 Zdon, 2000). 대장암의 검진에는 대변잠혈반응검사(fecal occult blood test, FOBT)와 에스결장경(sigmoidoscopy), 대장조영술(double-contrast barium enema), 대장내시경(colonoscopy) 등이 이용되고 있으며, 근래에 들어서 대변 내 DNA 검출법과 CT 대장조영술(virtual colonoscopy) 등을 이용한 조기검진의 효과에 대해서도 연구되고 있다(박상민 등, 2004).

우리나라에서는 국립암센터와 대한대장항문학회에서 무증상군에서는 50세부터 매 5~10년마다 대장내시경 검사를 실시하도록 권유하고 있으며, 기타의 이유로 대장내시경을 실시하지 못하였을 때에는 차선택으로 5년마다 대장조영술과 에스결장경 검사를 병행하는 방법을 권고하고 있으나, 국가암조기검진사업에서는 50세 이상 성인들에 대해 매년 대변잠혈반응검사 후 이상 소견 발견시 대장내시경 또는 대장조영술 검사를 실시하도록 하고 있다(국가암정보센터, 2008).

1.2.3 유방암

유방암은 전세계적으로 여성들에게서 가장 빈번하게 진단되는 암 중의 하나이며, 암으로 인한 사망원인 중 1위를 기록하고 있다(Parkin 등, 2001). 우리나라에서도 1996년 인구 10만명당 16.7명이던 여성 유방암 발생률이 1998년에는 20.3명, 그리고 2000년에는 22.9명으로 증가하였고, 이런 증가추세는 시간이 지남에 따라 지속될 것으로 예상되고 있다(Yoo 등, 2002).

유방암의 경우 병인에 대해서는 아직까지 논란이 많지만, 저용량의 X-ray을 이용하여 유방의 내부구조를 가시적으로 촬영하는 유방촬영술(mammography)과 같은 효과적인 검진방법이 존재하기 때문에 조기검진의 효율성이 매우 높은 것으로 알려져 있다(Adami 등, 2002).

우리나라에서는 국립암센터와 대한유방암학회에서 30세부터 매월 유방자가검진을 시작하고, 35세부터는 2년 간격으로 의사에 의한 임상진찰, 그리고 40세부터는 2년 간격의 유방촬영술 검사를 통한 검진을 권고하여 국가암조기검진사업에서 시행하고 있다(국가암정보센터, 2008).

1.2.4 자궁경부암

우리나라에서는 최근 들어 자궁경부암으로 인한 사망률과 발생률은 감소하고 있는 추세이다. 여성의 자궁경부암 사망률은 1996년 인구 10만명당 6.2명이었던 것이 2001년에는 5.7명, 그리고 2006년에는 5.1명으로 지난 10년간 약 18%의 감소를 나타내었으며(통계청, 2007), 자궁경부암 발생률도 1993년 인구 10만명당 19.7명에서 2002년에는 14.1명으로 감소하였으나, 이는 우리나라 여성 암 발생 중 유방암, 위암, 대장암, 갑상선암에 이어 5위로 아직 흔한 여성 암 중의 하나라고 할 수 있다(한국중앙암등록본부, 2003).

자궁경부암은 병원체 폭로에서 암의 발병에 이르기까지 오랜 경과를 거치기 때문에 검진을 통하여 무증상 상태의 병변을 조기에 진단할 가능성이 높다. 미국 암협회에서는 자궁경부세포검사(pap smear test)를 이용한 조기검진을 통하여 지난 30여년간 자궁경부암의 발생률과 사망률이 67%까지 감소하였다고 보고하였으며(Cokkinides 등, 2007), 이로 인해 자궁경부암은 가장 성공적으로 치료되는 암 중의 하나로 알려져 있다(Schiffman 등, 2007).

우리나라에서는 국립암센터와 대한산부인과학회에서 20세 이상 여성 또는 성경험이 있는 여성에 대해 매년 자궁경부세포검사를 이용한 검진을 권고하고 있으

나, 국가암조기검진사업에서는 30세 이상 여성들에 대해 2년에 1번 자궁경부세포 검사를 이용한 자궁경부암 검진을 실시하고 있다(국가암정보센터, 2008).

이상과 같은 우리나라 위암, 대장암, 유방암 그리고 자궁경부암의 검진대상과 검진주기, 검진방법을 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. National cancer center recommendations for the early detection of cancer in average risk asymptomatic people in Korea

Cancer site	Population	Test or procedure	Frequency
Gastric	Men and women, age 40+	Endoscopy or Upper gastrointestinalography	Biennial, starting at age 40
Colorectal	Men and women, age 50+	Fecal occult blood testing(FOBT) or	Annual, starting at age 50
		Colonoscopy or	Every 5 or 10 years, starting at age 50
		Sigmoidoscopy+Double-contrast barium enema(DCBE)	Sigmoidoscopy every 5 years plus DCBE every 5 years, starting at age 50
Breast	Women, age 30+	Breast self-examination(BSE)	Begin monthly BSE at age 30
		Clinical breast examination(CBE)	Begin biennial CBE at age 35
		Mammography	Begin biennial mammography at age 40
Cervix	Women, age 20+	Pap smear test	At age 20 or begins having vaginal intercourse, women should be done every year with pap test. At or after age 30, women get screened pap smear test every 2 years

1.3 외국의 주요 암 검진 권고안

전 세계적으로 매년 약 1,000만명의 새로운 암환자가 발생하고, 650만명이 암으로 사망하고 있으며, 암 발생과 암으로 인한 사망은 꾸준히 증가되고 있다. 세계보건기구에서는 의학적인 관점에서 암 발생인구 가운데 1/3은 예방가능하고, 1/3은 조기진단만 되면 완치가 가능하며, 나머지 1/3의 환자도 적절한 치료를 한다면 완치가 가능한 것으로 보고하고 있다. 따라서 세계 각국에서는 암 예방 및 조기진단 프로그램 개발을 국가적인 차원에서 지원하고 있다.

위암의 경우 미국과 서유럽 국가 등 위암 발생률이 낮은 국가에서는 조기검진의 효과에 대한 근거가 부족하기 때문에 위암 조기검진 프로그램을 권유하지 않고 있지만, 아직까지 위암 발생률이 높은 일본과 중남미 일부국가에서 실시되고 있다. 일본에서는 지난 1962년 국가주도의 암 조기검진사업에서 40세 이상의 인구를 대상으로 매년 간접촬영(photofluorography)을 이용한 위암 조기검진을 실시함으로써 조기검진을 통해 발견된 위암의 경우 증상이 있어 발견된 위암 환자에 비해 5년 생존율이 약 15~30%정도 높아 위암 조기검진의 효과가 있다고 보고하였으나(Tsubono와 Hisamichi, 2000), 베네수엘라의 경우는 간접촬영을 이용한 위암 조기검진사업이 위암으로 인한 사망률을 감소시키지는 않은 것으로 보고되었다(Pisani 등, 1994).

대장암의 경우 미국에서는 50세 이상의 남녀를 대상으로 1년 주기의 대변잠혈반응검사, 5년 주기의 에스결장경 또는 대장조영술 검사, 10년 주기의 대장내시경 검사 등의 검진 권고안을 제시한 후 이 중에서 선택하여 시행하도록 하고 있다(Smith 등, 2004). 일본에서는 지난 1992년부터 40세 이상의 성인을 대상으로 매년 대변잠혈반응검사를 통한 대장암 조기검진 프로그램을 도입하고 있으며(Saito, 2006), 영국에서도 2006년부터 60~69세 사이의 국민들을 대상으로 2년 주기의 대변잠혈반응검사를 통한 검진을 권고하고 있고, 대변잠혈반응검사에서 이상 소견 발견시 대장내시경을 시행하도록 하고 있다(NHS Cancer Screening Programmes, 2008).

유방암의 경우 유방촬영술 검사를 이용한 조기검진은 50~69세 여성에서의 유방암 사망률을 약 25~35% 감소시키는 효과가 있었으나, 40대 이하에서는 감소 효과가 크지 않은 것으로 보고되어(Kerlikowske, 1997), 호주와 일본에서는 50~69세 여성들을 대상으로 2년 주기의 유방촬영술 검사를 이용한 유방암 검진 권고안을 마련하고 있으며(Department of Health and Aging, Australian Government, 2008; Morimoto 등, 2004), 영국에서는 50~70세 여성들을 대상으로 3년 주기의 유방촬영술 검사를 통한 검진을 권고하고 있다(NHS Cancer Screening Programmes, 2008). 그러나 미국을 비롯한 유럽에서 이루어진 연구에서 40~49세 연령에서도 유방암 검진으로 인해 사망률이 유의하게 감소되었다는 보고에 따라(Jatoi, 1999; Larsson 등, 1997), 미국과 북유럽 국가에서는 40세부터 1년 또는 2년 주기의 유방촬영술 검사를 이용한 유방암 조기검진을 권고하고 있다(Smith 등, 2004; Shapiro 등, 1998).

자궁경부암의 경우 미국에서는 성관계를 가진 후 3년 이내이거나 21세 이전 여성은 30세까지는 전통적인 자궁경부세포검사를 매년 시행하거나 자궁경부액상세포검사(liquid-based pap test)를 2년 주기로 시행하고, 30세 이후에는 연속된 세 번의 검사결과가 정상인 경우에는 검진주기를 2~3년으로 연장할 것을 권고하고, 70세 이상 여성의 경우 연속적인 세 번 이상의 자궁경부세포검사에서 지난 10년 동안 이상 소견이 없을 때에는 자궁경부암 검진을 중단할 수 있다고 권고하고 있다(Smith 등, 2004). 영국에서는 25세부터 65세까지의 여성을 대상으로 25~49세까지는 매 3년 간격으로 50~64세까지는 매 5년 간격으로 자궁경부액상세포검사를 통한 검진을 권고하고 있으며(NHS Cancer Screening Programmes, 2008), 일본에서는 30세 이상의 여성을 대상으로 매년 자궁경부세포검사를 실시하도록 권고하고 있다(Ioka 등, 2005).

1.4 암 검진 프로그램의 검진주기

암을 포함한 만성질환을 발견할 수 있는 검진 프로그램은 대부분 주기적(periodic)이다. 이런 주기적인 검진 프로그램의 권고안들은 분석적인 방법을 통한 최적계획에 근거하여 만들어진 것이 아니라 적절한 시간 틀에 의존한다. 그러나 대부분의 만성질환의 경우 연령이 증가할수록 발생률이 증가하므로 검진의 최적 계획은 연령, 비용 그리고 잠재적인 이익 등을 고려하여 이루어져야 한다(Zelen, 1993).

이러한 측면에서 이미 서구 선진국에서는 다양한 확률론적 모형을 이용하여 검진주기의 최적화에 관한 이론적인 연구가 활발하게 이루어져 왔다(Baker와 Chu, 1990; Parmigiani, 1993; Zelen, 1993; Parmigiani, 1997; Lee와 Zelen, 1998). Zelen(1993)은 조기검진에서 질병을 발견하는 경우와 각 검진 사이에서 질병이 발생하는 경우의 확률을 조합한 효용함수(utility function)를 이용하여 최적 검진주기를 도출하였으며, Lee와 Zelen(1998)은 특정 질병에 대한 검진주기 결정에 있어 확률과정론(stochastic process)에 근거한 접근방법을 사용하여 해당 질병의 연령별 발생률을 반영함으로써 발생률이 높은 연령대에서는 보다 짧은 주기의 검진이 이루어지고, 발생률이 낮은 연령대에서는 상대적으로 긴 주기의 검진이 시행되는 검진전략을 도출하여 조기검진의 효율성을 높일 수 있는 방법을 제안하였다.

우리나라에서도 최근 유방암 조기진단을 위한 검진주기 결정에 대한 연구에서 Lee와 Zelen(1998)의 방법을 적용하여 우리나라 유방암 발생률 자료를 반영한 검진주기를 제시하고 현재의 주기적인 검진 권고안과의 효율성을 비교한 바 있다(정성화 등, 2006; Lee 등, 2007). 이를 바탕으로 우리나라의 다른 주요 암의 조기진단을 위한 검진 주기결정에 대한 후속연구를 통하여 현행 검진 권고안과의 비교연구 또한 필요하리라 생각된다.

1.5 암 검진 프로그램의 비용-효과 분석

비용-효과 분석은 제한된 자원 하에서 자원을 분배하기 위한 가장 합리적인 방법 중의 하나로 기대할 수 있는 대안들의 기대효과와 투입비용을 평가하여 동일한 효과를 산출하는데 최소비용이 소요되는 대안을 비교하는데 그 목적이 있다.

암 검진의 비용-효과성을 고려하는데 있어 기대효과는 여러 가지 방법으로 평가할 수 있는데 주로 질보정생존년수(quality adjusted life years, QALY)이나 장애보정생존년수(disability adjusted life years, DALY) 등의 개념이 사용된다. 즉 사업시행 결과로 인해 환자에게 늘어나는 QALY 또는 DALY 당 수반되는 비용의 증가를 바탕으로 사업의 비용-효과성을 평가한다(Ried, 1998; Tsuchiya, 2000).

최근 국내·외에서 암 조기검진 전략들에 대한 비용-효과분석에서 각 프로그램 적용 결과 늘어나는 환자의 기대여명(life expectancy)이나 QALY 또는 DALY 당 추가되는 비용을 비교하고 단계적 비용-효과 분석(incremental analysis)을 이용하여 최적의 검진사업 전략을 선택하고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다(Frazier 등, 2000; 한동수 등, 2004; 박상민 등 2004; Woo 등 2007).

단계적 비용-효과 분석은 비용-효과 분석을 시행하여 각 대안들 중 최적의 검진 전략을 선택하는 과정이다. 여러 가지 대안들의 비교에서 다른 대안에 비해 비용은 적게 들면서 효과가 상대적으로 큰 대안을 우위(non-dominated)전략으로, 이와 반대로 비용이 많이 들면서 효과는 적은 전략은 열등(dominated)전략으로 분류한다. 또한 한 대안이 다른 대안에 비하여 비용이 많이 들면서 효과도 클 경우에는 효과의 증가분에 대한 비용의 증가분인 비용-효과 증가비(incremental cost-effectiveness ratio)를 계산한다. 이 경우 우위전략 중 한 전략의 비용-효과 증가비가 바로 다음으로 높은 비용과 효과를 가진 전략의 비용-효과 증가비보다 크다면 이런 전략은 상대적으로 비효율적이기 때문에 확장된 열등(extended dominated)전략이라고 부르게 된다. 단계적 비용-효과 분석은 여러 대안들 중 열등전략과 확장된 열등전략을 제외한 우위전략들을 비용과 효과의 순서대로 서열화한 후 우위전략들의 비용-

효과 증가비를 구하여 최적의 검진전략을 선택하는 과정이다(Drummond, 1997).

한편 암 조기검진의 최종 목표는 무증상 상태에 있는 암을 발견하려는 것이다. 따라서 암 검진전략의 비용-효과성을 고려하는데 있어 각 검진전략에서 검진 대상자 중 검진을 통해 무증상 상태에 있는 암 환자를 발견할 수 있는 확률은 효율성 평가의 척도가 될 수 있으며, 이를 이용하여 무증상 상태에 있는 암 환자 한 명을 발견하는데 사용되는 추가비용을 단계적 비용-효과 분석을 통하여 비교함으로써 최적의 검진전략을 선택하는 것 또한 암 검진 프로그램의 비용-효과 분석의 방법으로 고려될 수 있겠다.

1.6 연구목적

본 연구에서는 우리나라 암조기검진사업의 대상 암종인 위암, 대장암, 간암, 유방암 및 자궁경부암 중 간암을 제외한 4가지 암을 대상으로 검진주기 및 검진연령 변화에 따른 다양한 검진전략들의 효율성을 검토하고 단계적 비용-효과 분석을 통하여 비용-효과적인 대안을 찾아 제시하고자 한다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 우리나라 암 조기검진사업에서 시행되는 위암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암 검진 권고안을 바탕으로 검진주기 변화에 따른 각 검진전략의 효율성을 확률론적 모형을 적용하여 검토한다.

둘째, 상대적으로 효율성이 높은 것으로 제시된 검진전략에 대해 검진 시작연령과 종료연령을 변화시키면서 다양한 검진전략을 고려한 후 단계적 비용-효과 분석을 통해 비용-효과적인 검진대안을 찾아 제시한다.

셋째, 제시된 비용-효과적인 대안의 타당성을 민감도 분석을 통하여 평가한다.

제 2 장 연구 방법

2.1 주요 암 발생률 자료

암 발생건수는 2003년 한국중앙암등록본부에서 발표된 2002년 악성종양의 원발 부위에 따른 연령별, 성별분포 자료 중 위암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암 자료를 사용하였으며, 상피내 암종(in situ case)은 발생건수에서 제외하였다(한국중앙암등록본부, 2003). 또한 통계청에서 발표된 2000년 인구센서스를 바탕으로 한 2002년 우리나라의 연령별 추계인구자료를 이용하여 5세 단위의 연령별 암 발생률을 계산하였다(통계청, 2006).

2.2 연구모형

Lee와 Zelen(1998)에 의해 제안된 모형은 조기검진 연령구간이 주어지는 경우에 확률과정론적 접근방법을 통해 검진대상 집단에서 아직 발견되지 않은 무증상 상태에 있는 암 환자의 확률을 추정하여 최적의 검진시점을 결정하고, 검진의 민감도(schedule sensitivity)를 이용하여 검진전략의 효율성을 평가하는 방법이다. 그러나 본 연구에서는 각각의 검진전략에서 검진시점이 제시되기 때문에, 제시된 검진전략에 따라 조기검진을 수행하는 경우에 주어지기 때문에 검진대상 집단 내에서 무증상 상태에 있는 암 환자를 발견할 확률(probability of detection)과 소용되는 총 검진비용을 Lee와 Zelen(1998)에 의해 제안된 모형에 이용하여 추정한 후 단계적 비용-효과 분석을 시행함으로써 검진전략의 효율성을 평가하고자 하였다.

2.2.1 가정 및 모수추정

본 연구에서는 암의 진행과정이 $S_0 \rightarrow S_p \rightarrow S_c$ 와 같은 세 단계를 순차적으로 거치는 진행성 질병모형(progressive disease model)을 가정한다. 여기서, S_0 는 암에 이환되지 않은 상태(disease-free state), S_p 는 무증상 상태의 암을 검진에 의해 진단할 수 있는 상태(preclinical state), 그리고 S_c 는 암이 임상적으로 진단되는 상태(clinical state)를 말한다.

모형 적용에 필요한 몇 가지 기호(notiation)를 다음과 같이 정의하였다. 암 검진 도구의 민감도는 β 로 나타내며, $P(t)$ 는 t 시점에서 검진대상 집단의 무증상 상태에 있는 암 환자의 확률, 그리고 $w(t)$ 와 $I(t)$ 는 각각 t 시점에서 암에 이환되지 않은 상태에서부터 무증상 상태의 암에 이환될($S_0 \rightarrow S_p$) 전이확률(transition probability)과 무증상 상태의 암으로부터 임상적으로 암을 진단할 수 있는 상태($S_p \rightarrow S_c$)로의 전이확률을 나타낸다. 또한 $q(t)$ 는 무증상 상태에 있는 암의 체재시간(sojourn time)에 대한 확률밀도함수(probability density function)로 지수분포(exponential distribution)를 따른다고 가정하며(Zelen과 Feinleib, 1969), $Q(t) = 1 - F(t) = \int_t^\infty q(x)dx$ 는 체재시간에 대한 생존함수(survival function)를 의미한다. 여기서 $F(t)$ 는 체재시간에 대한 누적분포함수(cumulative distribution function)이다.

2.2.2 무증상 상태에 있는 암 환자의 확률 추정

주어진 검진연령구간에서 $(n+1)$ 의 검진이 각각 $t_0 < t_1 < \dots < t_n$ 에서 이루어진다고 가정하고, i 번째 검진연령구간을 $A_i = (t_{i-1}, t_i]$ 로 정의하고, $t_{-1} = 0$ 으로 정의한다. $P_i(t_i)$ ($i = 0, 1, \dots, n$)는 어떤 검진대상자가 A_i 구간에서 S_0 상태에서 S_p 상태로 전이되고 t_i 시점에서 여전히 S_p 상태로 머물러 있을 확률이며, $Q_i(z)$ ($i = 0, 1, \dots, n$)는 A_i 구간에서 S_0 상태에서 S_p 상태로 전이되고 전체 체재시간 중 A_i 구간에서의 체재시간을 제외한 체재시간의 생존함수이다. 특히 $P_0(t_0)$ 와

$Q_0(t-t_0)$ 는 각각 최초의 검진 시점인 t_0 연령 이전에 S_p 상태로 전이되고 t_0 연령에서 계속적으로 S_p 상태로 남아있을 확률과 그리고 $(t-t_0)$ 기간 동안 계속적으로 S_p 상태로 남아있을 확률을 의미한다.

따라서 연령 t 에서 검진대상 집단 내에 아직 발견되지 않은 무증상 상태에 있는 암 환자의 확률 $S(t)$ 는 r 번의 검진에서 진단되지 않은 무증상 상태에 있는 암 환자의 확률 $P(t|r)$ 을 이용하여 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$S(t) = \sum_{r=1}^n \Phi(t-t_{r-1}) \{1 - \Phi(t-t_r)\} P(t|r) + \Phi(t-t_n) P(t|n+1)$$

여기서,

$$P(t|r) = (1-\beta)^r P_0(t_0) Q_0(t-t_0) + \Phi(r-2) \sum_{k=1}^{r-1} (1-\beta)^{r-k} \int_{t_{k-1}}^{t_k} w(x) Q(t-x) dx \\ + \int_{t_{r-1}}^t w(x) Q(t-x) dx, \quad r = 1, 2, \dots, n$$

이며, $\Phi(x)$ 는 $x \geq 0$ 인 경우에는 1이 되고, $x < 0$ 인 경우에는 0이 되는 지시함수(indicator function)이다. 또한 P_0 는 각 조기검진 전략에서 주어지는 최초 검진시점 t 에서 무증상 상태에 있는 암을 가진 환자의 확률을 고려하여 다음과 같이 계산할 수 있고,

$$P_0 = \int_0^t w(x) Q(t-x) dx,$$

$w(t)$ 에 대한 정보는 주어진 암 발생률 자료로부터 추정할 수 있다. 즉, 암 발생률 $I(t)$ 는 $w(t)$ 와 $q(t)$ 의 함수로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$I(t) = \int_0^t w(x) q(t-x) dx$$

일반적으로 암 발생률 자료는 5세 단위의 연령구간별로 주어지므로, j 번째 연령구

간 $A_j = (x_{j-1}, x_j]$ 에서의 발생률을 I_j 로 정의하고, 이 구간에서의 $w(t)$ 를 일정한 계단함수(step function)인 w_j 로 정의한다. 따라서 연령 $t \in A_j$ 에서

$$I(t) = \sum_{i=1}^{j-1} w_i \{Q(t-x_i) - Q(t-x_{i-1})\} + w_j \{1 - Q(t-x_{j-1})\}$$

이 되어, 연령별 암 발생률 자료와 $q(t)$ 의 지수분포 가정에 의해 $w(t)$ 를 연령구간별로 추정할 수 있다.

2.3 암 조기검진 전략의 효율성 평가

2.3.1 암 조기검진 전략

암 조기검진 전략은 우리나라 주요 암 조기검진 권고안에 제시된 검진방법을 이용하여, 검진주기를 검진 권고안 ± 1 년(단, 대장암 검진의 경우 대변잠혈반응검사는 1, 2년, 대장내시경 검사는 3, 5, 10년을 고려), 검진 시작연령을 검진 권고연령 ± 5 세, 그리고 검진 종료연령은 기준안이 없는 관계로 70세를 기준으로 하여 ± 5 세 변화에 따른 다양한 전략을 고려하였다(Table 2).

위암 검진전략은 현재 권고안인 남녀 모두 40세부터 위내시경 검사를 이용한 2년 주기의 검진을 기준으로 하였으며, 대장암 검진전략의 경우는 50세부터 5~10년 주기의 대장내시경 검사를 수검하도록 하는 권고안과 국가암조기검진사업에서 실시하는 1년 주기의 대변잠혈반응검사를 모두 고려하여 검진방법과 검진주기 및 검진연령 변화에 따른 전략을 고려하였다. 또한 여성들을 대상으로 한 유방암 및 자궁경부암 검진전략은 유방암의 경우 40세부터 2년 주기의 유방촬영술 검사, 자궁경부암의 경우 30세부터 2년 주기의 자궁경부세포검사를 기준으로 하여 검진주기 및 검진연령 변화에 따른 전략을 고려하였다.

Table 2. Screening strategies for the early detection of cancer

Gastric cancer				Colorectal cancer								Breast cancer				Cervical cancer								
Endoscopy				Fecal occult blood testing				Colonoscopy				Mammography				Pap smear test								
Screening interval (years)	Starting age (years)	Terminal age (years)	Description	Screening interval (years)	Starting age (years)	Terminal age (years)	Description	Screening interval (years)	Starting age (years)	Terminal age (years)	Description	Screening interval (years)	Starting age (years)	Terminal age (years)	Description	Screening interval (years)	Starting age (years)	Terminal age (years)	Description					
1	35	65	Endo_1_3565	1	45	65	FOBT_1_4565	3	45	65	COL_3_4565	1	35	65	M_1_3565	1	25	65	Pap_1_2565					
		70	Endo_1_3570			70	FOBT_1_4570			70	COL_3_4570			70	M_1_3570			70	Pap_1_2570					
		75	Endo_1_3575			75	FOBT_1_4575			75	COL_3_4575			75	M_1_3575			75	Pap_1_2575					
	40	65	Endo_1_4065		50	65	FOBT_1_5065		50	65	COL_3_5065		40	65	M_1_4065		30	65	Pap_1_3065					
		70	Endo_1_4070			70	FOBT_1_5070			70	COL_3_5070			70	M_1_4070			70	Pap_1_3070					
		75	Endo_1_4075			75	FOBT_1_5075			75	COL_3_5075			75	M_1_4075			75	Pap_1_3075					
	45	65	Endo_1_4565		55	65	FOBT_1_5565		55	65	COL_3_5565		45	65	M_1_4565		35	65	Pap_1_3565					
		70	Endo_1_4570			70	FOBT_1_5570			70	COL_3_5570			70	M_1_4570			70	Pap_1_3570					
		75	Endo_1_4575			75	FOBT_1_5575			75	COL_3_5575			75	M_1_4575			75	Pap_1_3575					
	2	35	65		Endo_2_3565	2	45		65	FOBT_2_4565	5		45	65	COL_5_4565		2	35	65	M_2_3565	2	25	65	Pap_2_2565
			70		Endo_2_3570				70	FOBT_2_4570				70	COL_5_4570				70	M_2_3570			70	Pap_2_2570
			75		Endo_2_3575				75	FOBT_2_4575				75	COL_5_4575				75	M_2_3575			75	Pap_2_2575
40		65	Endo_2_4065	50	65		FOBT_2_5065	50	65	COL_5_5065		40	65	M_2_4065	30	65		Pap_2_3065						
		70	Endo_2_4070		70		FOBT_2_5070		70	COL_5_5070			70	M_2_4070		70		Pap_2_3070						
		75	Endo_2_4075		75		FOBT_2_5075		75	COL_5_5075			75	M_2_4075		75		Pap_2_3075						
45		65	Endo_2_4565	55	65		FOBT_2_5565	55	65	COL_5_5565		45	65	M_2_4565	35	65		Pap_2_3565						
		70	Endo_2_4570		70		FOBT_2_5570		70	COL_5_5570			70	M_2_4570		70		Pap_2_3570						
		75	Endo_2_4575		75		FOBT_2_5575		75	COL_5_5575			75	M_2_4575		75		Pap_2_3575						
3		35	65	Endo_3_3565	10		45	65	COL_10_4565	10		45	65	COL_10_4565	3	35		65	M_3_3565	3		25	65	Pap_3_2565
			70	Endo_3_3570				70	COL_10_4570				70	COL_10_4570				70	M_3_3570				70	Pap_3_2570
			75	Endo_3_3575				75	COL_10_4575				75	COL_10_4575				75	M_3_3575				75	Pap_3_2575
	40	65	Endo_3_4065	50		65	COL_10_5065	50	65		COL_10_5065	40	65	M_3_4065		30	65	Pap_3_3065						
		70	Endo_3_4070			70	COL_10_5070		70		COL_10_5070		70	M_3_4070			70	Pap_3_3070						
		75	Endo_3_4075			75	COL_10_5075		75		COL_10_5075		75	M_3_4075			75	Pap_3_3075						
	45	65	Endo_3_4565	55		65	COL_10_5565	55	65		COL_10_5565	45	65	M_3_4565		35	65	Pap_3_3565						
		70	Endo_3_4570			70	COL_10_5570		70		COL_10_5570		70	M_3_4570			70	Pap_3_3570						
		75	Endo_3_4575			75	COL_10_5575		75		COL_10_5575		75	M_3_4575			75	Pap_3_3575						

2.3.2 검진의 민감도 평가

주어진 검진전략의 효율성 평가를 위해 검진의 민감도를 계산하였다. 각 검진 전략을 적용하는 경우에 검진대상 집단에서 발견된 전체 암 발생은 주어진 각각의 검진시점에서 검진을 통하여 무증상 상태의 암이 발견되는 경우(D_r)와 각각의 검진시점 사이에서 증상이 나타난 암이 발견되는 경우(I_r)로 구분될 수 있다. 검진의 민감도는 주어진 검진전략을 적용하는 경우 검진대상 집단에서 진단된 전체 암 발생 건수 중에서 검진에 의해 무증상 상태에 있는 암을 발견한 경우의 비(ratio)를 고려한 것으로 다음과 같이 계산하였다(Lee와 Zelen, 1998).

$$R = \frac{\sum_{r=0}^n D_r(\beta)}{\sum_{r=0}^n D_r(\beta) + \sum_{r=1}^{n+1} I_r},$$

여기서,

$$D_r(\beta) = \beta \left\{ \sum_{i=0}^{r-1} (1-\beta)^{r-i} P_i(t_i) Q_i(t_r - t_i) + \int_{t_{r-1}}^{t_r} w(x) Q(t_r - x) dx \right\}$$

이고

$$I_r = \sum_{i=0}^{r-1} (1-\beta)^{r-i} P_i(t_i) \{ Q_i(t_{r-1} - t_i) - Q_i(t_r - t_i) \} + \int_{t_{r-1}}^{t_r} w(x) dx - P_r(t_r)$$

이다.

따라서 검진의 민감도가 높을수록 조기검진에 의해 무증상 상태에 있는 암을 발견할 수 있는 가능성이 크므로 검진전략의 효율성이 높다고 판단할 수 있겠다.

2.3.3 비용-효과 분석

비용-효과 분석에서 각 검진전략별 기대효과는 검진 대상자가 주어진 검진전략에 따라 검진을 수행하였을 때 무증상 상태에 있는 암을 발견할 확률(detection probability)을 계산한 후 이를 인구 10만명당 발견건수로 환산하여 정의하였고, 비용은 각 검진전략을 수행하는데 투입되는 1인당 직접의료비용으로 검진비용(screening cost)과 검진에서 이상소견 발견시 추가적으로 실시하는 확진검사비용(confirmative cost)만을 고려하여 다음과 같이 계산하였다.

$$Cost = (n + 1)k_s + (1 - S)k_d$$

여기서 $(n + 1)$ 은 검진의 총 횟수를 의미하고, k_s 는 검진비용, S 는 검진방법의 특이도(specificity)이며, k_d 는 확진검사 비용이다.

따라서 비용-효과 분석에서는 제안된 조기검진 전략에서 무증상 상태에 있는 암을 발견할 확률과 투입되는 비용을 고려하여 각 검진전략별 무증상 상태에 있는 암 환자 한 명을 발견하기 위해 소요되는 추가비용을 산출하여 비용의 변화를 비교하였다. 또한 한 검진전략이 다른 전략에 비해 효과의 증가와 함께 비용도 증가하는 경우에는 비용-효과 증가비를 이용한 단계적 비용-효과 분석을 이용하여 평가하였다.

한편 본 연구에서 각 검진전략에 따른 검진 순응도(screening compliance)는 100%로 가정하였고, 효과와 비용을 추정하는데 사용된 각 암의 평균체제시간, 검진방법의 민감도와 특이도 그리고 검진 및 확진검사 비용에 대한 가정치는 Table 3에 제시하였다.

Table 3. Parameters and unit costs in the analysis

Parameters	Base case value	References
Gastric cancer		
Mean sojourn time(years)	4	Tsukuma et al(2000)
Screening modality: endoscopy		
Sensitivity(%)	80	Kitahara et al(1999)
Specificity(%)	99	Kitahara et al(1999)
Cost		
Screening cost(won)	38,370	NHIC(2007)
Confirmative cost(won)	27,080	NHIC(2007)
Colorectal cancer		
Mean sojourn time(years)	3	Chen et al(1999)
Screening modality: FOBT		
Sensitivity(%)	50	Frazier et al(2000)
Specificity(%)	90	Frazier et al(2000)
Cost		
Screening cost(won)	2,570	NHIC(2007)
Confirmative cost(won)	83,220	NHIC(2007)
Screening modality: colonoscopy		
Sensitivity(%)	97	Park et al(2005)
Specificity(%)	99	Park et al(2005)
Cost		
Screening cost(won)	56,140	NHIC(2007)
Confirmative cost(won)	27,080	NHIC(2007)
Breast cancer		
Mean sojourn time(years)	4	Day et al(1984)
Screening modality: mammography		
Sensitivity(%)	90	Day et al(1984)
Specificity(%)	95	Woo et al(2007)
Cost		
Screening cost(won)	20,450	NHIC(2007)
Confirmative cost(won)	180,520	NHIC(2007)
Cervical cancer		
Mean sojourn time(year)	5	Schiffman et al(2007)
Screening modality: pap smear test		
Sensitivity(%)	60	Schiffman et al(2007)
Specificity(%)	98	Woo et al(2007)
Cost		
Screening cost(won)	5,720	NHIC(2007)
Confirmative cost(won)	69,280	NHIC(2007)

FOBT: fecal occult blood testing; NHIC: National health insurance corporation

2.4 암 조기검진 전략의 민감도 분석

본 연구에서 효과와 비용을 추정하는데 사용된 모수에 대한 가정이 변화하더라도 제시된 검진전략이 안정성을 갖는지를 평가하기 위해 각 암의 평균체재시간과 검진방법의 민감도와 특이도 변화에 따른 민감도 분석(sensitivity analysis)을 시행하였다(Table 4).

Table 4. Range of parameters in the sensitivity analysis

Parameters	Ranges
Gastric cancer	
Mean sojourn time(years)	3, 4, 5
Sensitivity of endoscopy(%)	70, 80, 90
Specificity of endoscopy(%)	90, 99
Colorectal cancer	
Mean sojourn time(years)	2, 3, 4
Sensitivity of FOBT(%)	40, 50, 60
Specificity of FOBT(%)	80, 90
Sensitivity of colonoscopy(%)	90, 95, 97
Specificity of colonoscopy(%)	90, 99
Breast cancer	
Mean sojourn time(years)	3, 4, 5
Sensitivity of mammography(%)	70, 80, 90
Specificity of mammography(%)	90, 95
Cervical cancer	
Mean sojourn time(years)	4, 5, 6
Sensitivity of pap smear test(%)	50, 60, 70
Specificity of pap smear test(%)	90, 98

FOBT: fecal occult blood testing

제 3 장 연구 결과

3.1 비용-효과 분석

3.1.1 위암

Figure 1은 성별에 따른 2002년 우리나라 연령별 위암 발생률을 나타낸 것이다. 위암 발생률은 모든 연령구간에서 남자가 여자보다 높았으며, 연령이 증가할수록 발생률의 차이가 더 크게 나타났다. 또한 남녀 모두에서 연령이 증가할수록 발생률이 증가되면서 40대 이후에서 증가폭이 급격해지다가 70-74세에서 정점에 이른 후 다시 감소되는 경향을 볼 수 있었다.

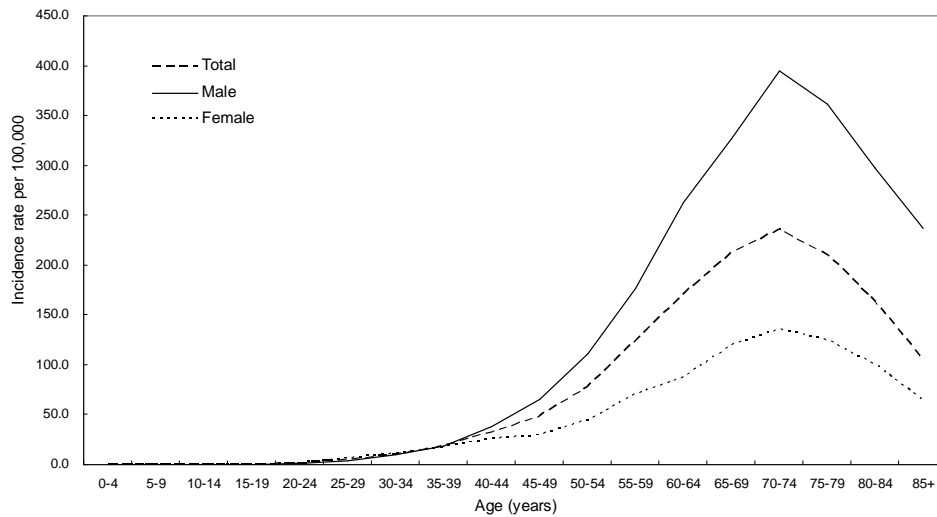


Figure 1. Age-specific incidence rate of gastric cancer by gender in Korea, 2002

(1) 남성

Table 5는 우리나라 남성들을 대상으로 40세부터 70세까지 위내시경 검사를 이용한 1년, 2년 또는 3년 주기의 위암 조기검진 전략을 검진의 민감도와 비용-효과 측면에서 평가한 결과이다.

검진주기가 짧을수록 검진 횟수가 많아짐으로 인해 1년 주기의 검진전략이 검진의 민감도가 84.1%로 가장 높고, 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성도 인구 10만명당 1,043명으로 가장 많았으나, 1인당 총 검진비용 또한 1,151,000원으로 가장 많았다. 이에 비해 2년 또는 3년 주기의 검진전략은 1년 주기의 검진전략에 비해 1인당 총 검진비용은 각각 50%(575/1,151) 및 33%(384/1,151)에 불과하지만 무증상 상태에 있는 위암 발견율 즉, 검진의 민감도는 각각 86%(72.5/84.1) 및 76%(63.7/84.1)이었다. 또한 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 조기에 발견하는데 소요되는 추가비용은 1년 주기의 검진에서는 110,306,000원, 2년 주기의 검진에서는 64,612,000원 그리고 3년 주기의 검진에서는 49,335,000원으로 2년 또는 3년 주기의 검진전략이 1년 주기의 검진전략에 비해 비용-효과 측면에서 상대적으로 우월함을 볼 수 있었다.

Table 5. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for male gastric cancer

Strategies*	Schedule sensitivity(%)	Cost-effectiveness		
		Detection probability (× 100,000)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
Endo_3_4070	63.7	778	384	49,335
Endo_2_4070	72.5	891	575	64,612
Endo_1_4070	84.1	1,043	1,151	110,306

* Endo_3_4070 means endoscopy screening every 3 years for age 40 to 70, Endo_2_4070 means endoscopy screening every 2 years for age 40 to 70, and Endo_1_4070 means endoscopy screening every 1 years for age 40 to 70

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

Table 6은 우리나라 남성을 대상으로 상대적으로 우월한 2년 또는 3년 주기의 위내시경 검사를 이용한 위암 검진전략에서 검진 시작연령을 35세, 40세 및 45세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진비용과 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

1인당 총 검진비용은 검진 횟수가 가장 적은 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565)의 검진전략이 269,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략이 768,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 45세부터 65세까지 2년 주기(Endo_2_4565)의 검진전략이 73.4%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성은 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략이 인구 10만명당 1,233명으로 가장 많았다.

위내시경 검사를 이용한 우리나라 남성의 위암 검진전략들에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565), 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570), 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575), 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575) 및 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565)에서 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비는 29,010,000원이었으며, 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570)에서 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 11,610,000원, 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)에서 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 125,147,000원 그리고 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575)에서 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 543,484,000원이었다.

Table 6. Cost-effectiveness of selected screening strategies for male gastric cancer

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (×100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
Endo_3_4565	61.5	449	269	59,773	59,773
Endo_3_4065	63.2	512	346	67,500	E. dominated‡
Endo_3_4570	63.2	714	346	48,437	29,010
Endo_3_3565	64.0	565	384	67,996	Dominated
Endo_2_4565	73.4	611	384	62,812	Dominated
Endo_3_4070	63.7	778	384	49,335	E. dominated‡
Endo_3_4575	63.8	1,044	384	36,779	11,610
Endo_3_3570	61.3	699	461	65,957	Dominated
Endo_3_4075	61.2	947	461	48,665	Dominated
Endo_2_4065	71.6	584	499	85,415	Dominated
Endo_2_4570	72.1	817	499	61,057	Dominated
Endo_3_3575	62.8	1,017	537	52,847	Dominated
Endo_2_3565	72.7	647	576	89,054	Dominated
Endo_2_4070	72.5	891	576	64,612	Dominated
Endo_2_4575	72.7	1,197	576	48,093	125,147
Endo_2_3570	71.6	853	691	81,029	Dominated
Endo_2_4075	71.5	1,152	691	59,997	Dominated
Endo_2_3575	72.4	1,233	768	62,281	543,484

* Endo_3_4565 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 65, Endo_3_4065 means endoscopy screening every 3 years for age 40 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

한편 고려된 우리나라 남성의 위암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 적을 수록 효율적이므로, Figure 2에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 적은 저비용 전략에서는 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575)의 검진전략이나 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

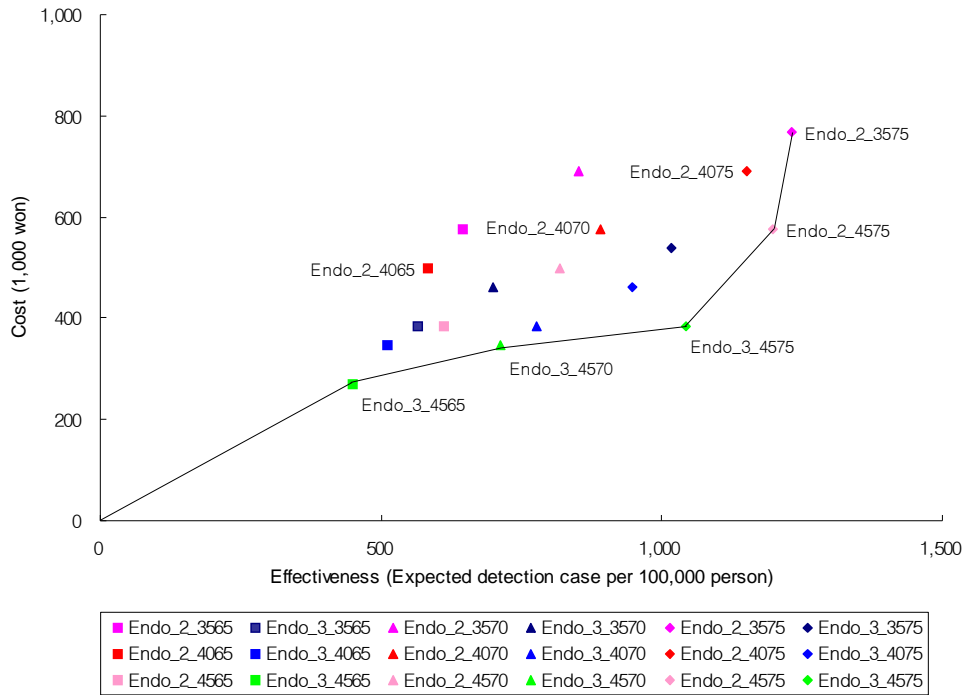


Figure 2. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for male gastric cancer. Endo_3_4565 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 65, Endo_3_4570 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 70, and so on

(2) 여성

Table 7은 우리나라 여성들을 대상으로 40세부터 70세까지 위내시경 검사를 이용한 1년, 2년 또는 3년 주기의 위암 조기검진 전략을 검진의 민감도와 비용-효과 측면에서 평가한 결과이다.

검진주기가 짧을수록 검진 횟수가 많아짐으로 인해 1년 주기의 검진전략이 검진의 민감도가 84.4%로 가장 높고, 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성도 인구 10만명당 406명으로 가장 많았으나, 1인당 총 검진비용 또한 1,151,000원으로 가장 많았다. 이에 비해 2년 또는 3년 주기의 검진전략은 1년 주기의 검진전략에 비해 1인당 총 검진비용은 각각 50%(576/1,151) 및 33%(384/1,151)에 불과하지만 무증상 상태에 있는 위암 발견을 즉, 검진의 민감도는 각각 86%(73.0/84.4) 및 76%(64.3/84.4)이었다. 또한 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 조기에 발견하는데 소요되는 추가비용은 1년 주기의 검진에서는 283,867,000원, 2년 주기의 검진에서는 165,561,000원 그리고 3년 주기의 검진에서는 126,306,000원으로 2년 또는 3년 주기의 검진전략이 1년 주기의 검진전략에 비해 비용-효과 측면에서 상대적으로 우월함을 볼 수 있었다.

Table 7. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for female gastric cancer

Strategies*	Schedule sensitivity(%)	Cost-effectiveness		
		Detection probability (× 100,000)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
Endo_3_4070	64.3	304	384	126,306
Endo_2_4070	73.0	348	576	165,561
Endo_1_4070	84.4	406	1,151	283,867

* Endo_3_4070 means endoscopy screening every 3 years for age 40 to 70, Endo_2_4070 means endoscopy screening every 2 years for age 40 to 70, and Endo_1_4070 means endoscopy screening every 1 years for age 40 to 70

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

Table 8은 우리나라 여성을 대상으로 상대적으로 우월한 2년 또는 3년 주기의 위내시경 검사를 이용한 위암 검진전략에서 검진 시작연령을 35세, 40세 및 45세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진비용과 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

1인당 총 검진비용은 검진 횟수가 가장 적은 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565)의 검진전략이 269,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략이 768,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 45세부터 65세까지 2년 주기(Endo_2_4565)의 검진전략이 73.8%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성은 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략이 인구 10만명당 453명으로 가장 많았다.

위내시경 검사를 이용한 우리나라 여성의 위암 검진전략들에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565), 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570), 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575), 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575) 및 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565)에서 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비는 75,606,000원이었으며, 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570)에서 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 37,990,000원, 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)에서 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 370,367,000원, 그리고 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575)에서 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 675,528,000원이었다.

Table 8. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female gastric cancer

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (× 100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
Endo_3_4565	63.1	170	269	158,060	158,060
Endo_3_4065	63.6	195	346	176,959	E. dominated‡
Endo_3_4570	64.2	272	346	127,246	75,606
Endo_3_3565	63.9	217	384	177,108	Dominated
Endo_2_4565	73.8	220	384	174,374	Dominated
Endo_3_4070	64.3	304	384	126,306	E. dominated‡
Endo_3_4575	64.2	373	384	103,052	37,990
Endo_3_3570	61.1	273	461	168,759	Dominated
Endo_3_4075	62.1	354	461	130,255	Dominated
Endo_2_4065	72.3	223	499	223,703	Dominated
Endo_2_4570	72.3	308	499	162,303	Dominated
Endo_3_3575	62.5	373	537	142,598	Dominated
Endo_2_3565	72.8	249	576	231,625	Dominated
Endo_2_4070	73.0	348	576	165,561	Dominated
Endo_2_4575	72.7	424	576	135,679	370,367
Endo_2_3570	71.7	336	691	205,695	Dominated
Endo_2_4075	72.1	424	691	162,994	Dominated
Endo_2_3575	72.3	453	768	169,539	675,528

* Endo_3_4565 means endoscopy screening every 3 years for age 40 to 70, Endo_3_4065 means endoscopy screening every 3 years for age 40 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

한편 고려된 우리나라 여성의 위암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 적을수록 효율적이므로, Figure 3에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 적은 저비용 전략에서는 남성에서와 마찬가지로 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 45세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_4575)의 검진전략이나 35세부터 75세까지 2년 주기(Endo_2_3575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

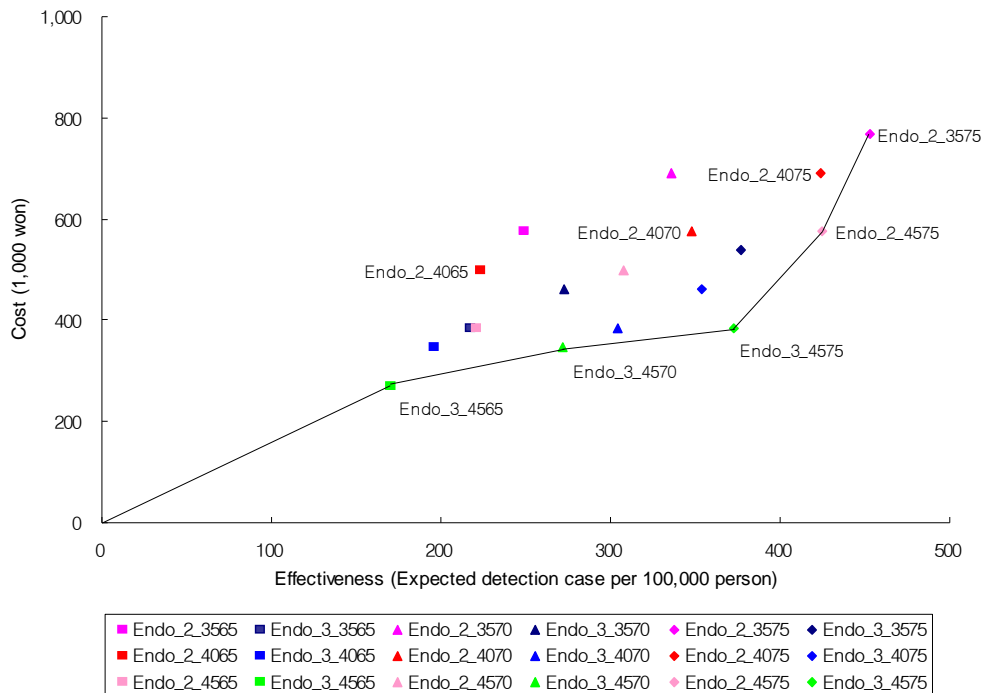


Figure 3. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for female gastric cancer. Endo_3_4565 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 65, Endo_3_4570 means endoscopy screening every 3 years for age 40 to 70, and so on

3.1.2 대장암

Figure 4는 성별에 따른 2002년 우리나라 연령별 대장암 발생률을 나타낸 것이다. 대장암 발생률은 모든 연령구간에서 남자가 여자보다 높았으며, 연령이 증가할수록 발생률의 차이가 더 크게 나타났다. 또한 남녀 모두에서 연령이 증가할수록 발생률이 증가되면서 50대 이후에서 증가폭이 급격해지다가 75-79세에서 정점에 이른 후 다시 감소되는 경향을 볼 수 있었다.

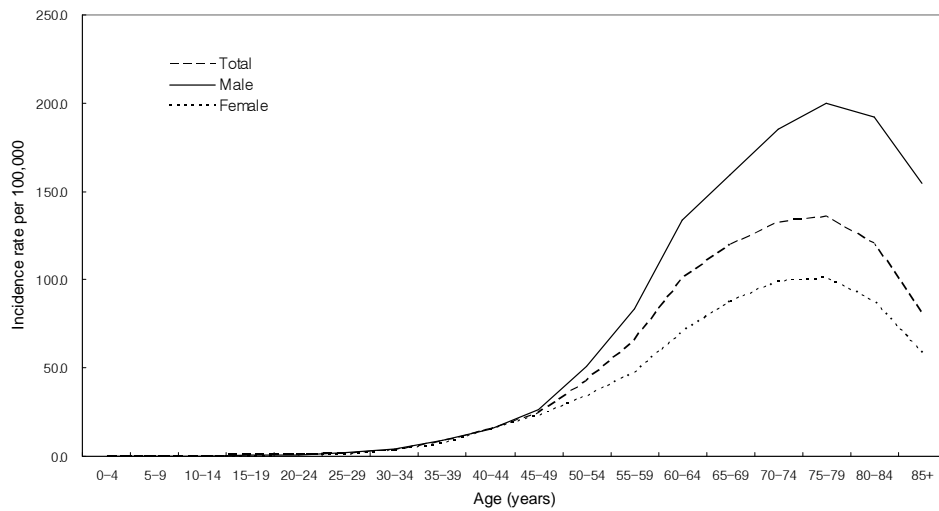


Figure 4. Age-specific incidence rate of colorectal cancer by gender in Korea, 2002

한편 대장암 조기검진에는 대변잠혈반응검사가 주로 사용되어 왔고, 이 검사에서 이상 소견을 보이는 경우에 대장내시경 검사를 시행하도록 하고 있으며, 우리나라 암조기검진사업에서도 이 방법을 권고하고 있다. 그러나 최근 대장내시경 검사를 이용한 조기검진의 유용성이 제기되고 있으며, 비용-효과적으로 우수하다는 보고들도 있어 본 연구에서는 조기검진 전략에 두 가지 방법 모두를 고려하였다.

(1) 남성

Table 9와 Figure 5는 우리나라 남성들을 대상으로 50세부터 70세까지 대장암 검진을 하는 경우 대변잠혈반응검사를 이용한 1년 또는 2년 주기의 검진전략과 대장내시경 검사를 이용한 3년, 5년 또는 10년 주기의 검진전략을 검진의 민감도와 비용-효과 측면에서 평가한 결과이다.

검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 조기에 발견하는데 소요되는 추가비용을 비교해 볼 때 대변잠혈반응검사의 효율성이 대장내시경 검사보다 비교적 높게 나타났다(Table 9).

Table 9. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals and modalities for male colorectal cancer

Strategies*	Schedule sensitivity(%)	Cost-effectiveness		
		Detection probability (× 100,000)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
FOBT_2_5070	50.9	251	34	13,582
FOBT_1_5070	67.2	338	60	17,680
COL_10_5070	31.9	167	113	67,558
COL_5_5070	49.4	258	225	87,043
COL_3_5070	62.0	295	393	133,305

* FOBT_2_5070 means biennial fecal occult blood test for age 50 to 70, COL_10_5070 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 70, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

비용-효과적인 측면에서 볼 때 검진을 시행하지 않는 경우에 비해 대변잠혈반응 검사를 이용하여 50세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5070)의 검진을 시행하는 경

우에 비용-효과 증가비는 13,582,000원이었으며, 2년 주기(FOBT_2_5070)의 검진전략을 1년 주기(FOBT_1_5070)의 검진전략으로 바꾸는 경우에 비용-효과 증가비는 29,782,000원이었다. 한편 대장내시경 검사를 이용한 검진전략에서는 검진을 시행하지 않는 경우에 비해 50세부터 70세까지 10년 주기(COL_10_5070)의 검진을 시행하는 경우에 비용-효과 증가비는 67,557,000원이었으며, 10년 주기(COL_10_5070)의 검진전략을 5년 주기(COL_5_5070)의 검진전략으로 바꾸는 경우 비용-효과 증가비는 122,137,000원, 5년 주기(COL_5_5070)의 검진전략을 3년 주기(COL_3_5070)의 검진전략으로 바꾸는 경우 비용-효과 증가비는 457,766,000원이었다(Figure 5).

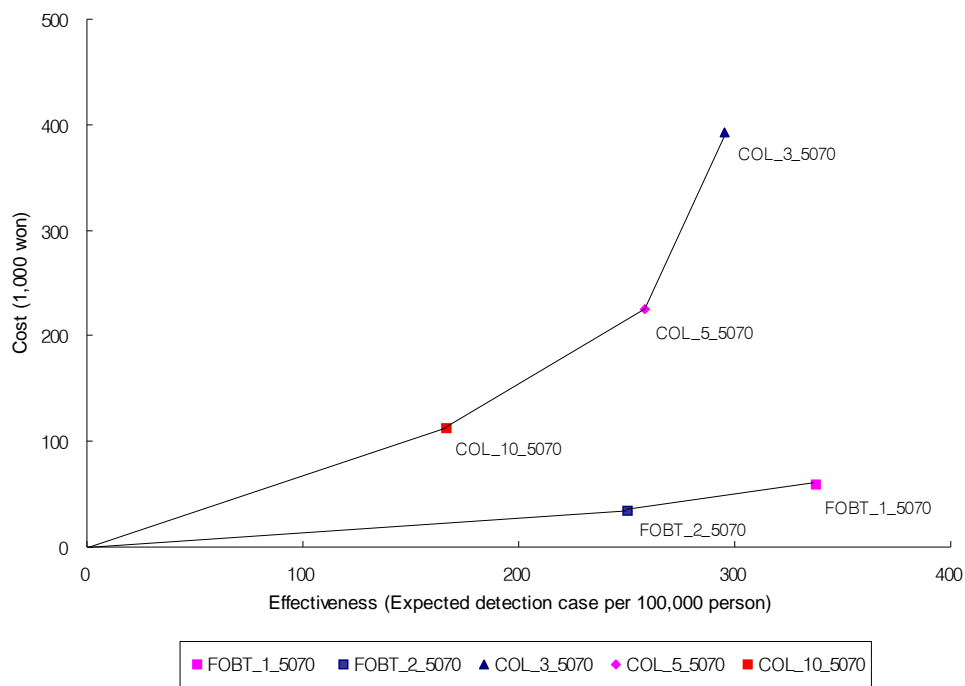


Figure 5. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for male colorectal cancer according to screening modalities. FOBT_2_5070 means biennial fecal occult blood test for age 50 to 70, COL_10_5070 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 70, and so on

이를 바탕으로 본 연구에서는 우리나라 남성을 대상으로 한 대장암 조기검진 전략을 두 가지 경우로 나누어 대변잠혈반응검사를 1년 또는 2년 주기로 시행하는 경우와 대장내시경 검사를 5년 또는 10년 주기로 시행하는 경우에 각각 검진 연령 변화에 따른 검진전략의 비용-효과 분석을 시행하였다.

Table 10은 우리나라 남성을 대상으로 대변잠혈반응검사를 이용한 1년 또는 2년 주기의 대장암 검진전략에서 검진 시작연령을 45세, 50세 및 55세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진 비용과 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

1인당 총 검진비용은 검진 횟수가 가장 적은 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565)의 검진전략이 21,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략이 85,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 55세부터 65세까지 1년 주기(FOBT_1_5565)의 검진전략이 68.6%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성은 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략이 인구 10만명당 489명으로 가장 많았다.

대변잠혈반응검사를 이용한 우리나라 남성의 대장암 검진전략들에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565), 55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570), 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575), 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575), 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575), 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075) 및 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565)에서 55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비가 11,953,000원이었으며,

55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570)에서 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 4,443,000원, 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575)에서 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 38,690,000원, 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575)에서 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 16,710,000원, 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575)에서 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 40,794,000원 그리고 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075)에서 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 77,410,000원이었다.

한편 대변잠혈반응검사를 이용하여 고려된 우리나라 남성의 대장암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 낮을수록 효율적이므로, Figure 6에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 적은 저비용 전략에서는 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 가장 높았으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575), 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575), 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075) 또는 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

Table 10. Cost-effectiveness of selected screening strategies for male colorectal cancer using fecal occult blood test

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (×100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
FOBT_2_5565	53.6	149	21	14,228	14,228
FOBT_2_5065	49.7	154	29	18,791	E. dominated‡
FOBT_2_5570	50.4	213	29	13,541	11,953
FOBT_2_4565	51.4	183	34	18,642	Dominated
FOBT_1_5565	68.6	198	34	17,226	Dominated
FOBT_2_5070	50.9	251	34	13,582	E. dominated‡
FOBT_2_5575	51.3	329	34	10,341	4,443
FOBT_2_4570	49.4	247	42	16,902	Dominated
FOBT_2_5075	49.3	329	42	12,677	Dominated
FOBT_1_5065	67.6	229	47	20,468	Dominated
FOBT_1_5570	67.7	306	47	15,303	Dominated
FOBT_2_4575	50.5	363	47	12,927	38,690
FOBT_1_4565	67.2	246	60	24,317	Dominated
FOBT_1_5070	67.2	338	60	17,680	Dominated
FOBT_1_5575	67.4	440	60	13,561	16,710
FOBT_1_4570	66.9	354	73	20,477	Dominated
FOBT_1_5075	67.0	472	73	15,379	40,794
FOBT_1_4575	66.8	489	85	17,487	77,410

* FOBT_2_5565 means biennial fecal occult blood test (FOBT) for age 55 to 65, FOBT_2_5065 means biennial FOBT for age 50 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

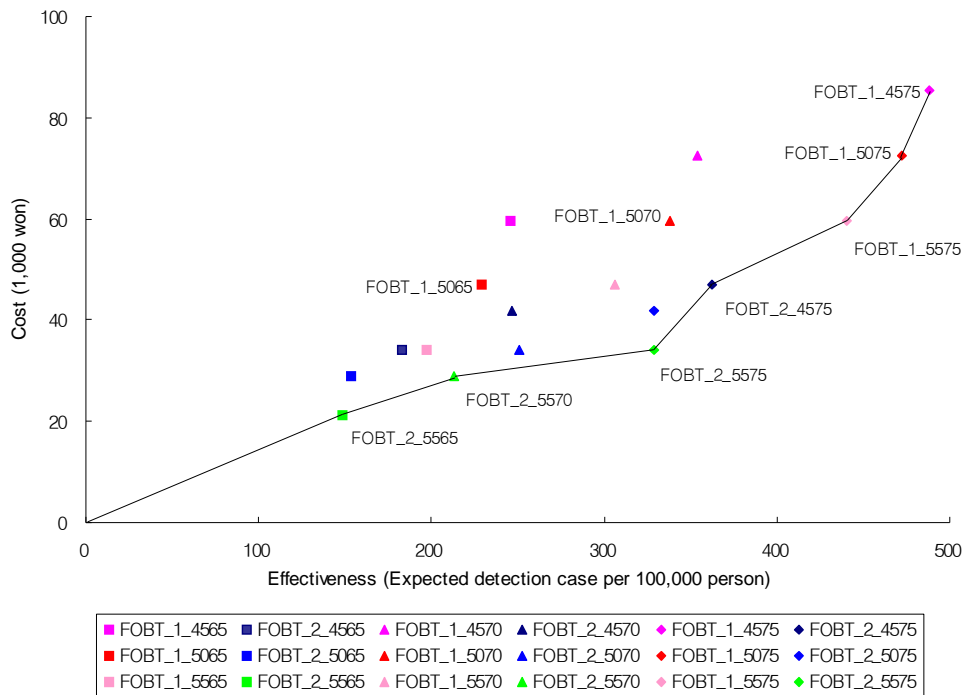


Figure 6. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for male colorectal cancer using fecal occult blood test (FOBT). FOBT_2_5565 means biennial FOBT for age 55 to 65, FOBT_2_5570 means biennial FOBT for age 55 to 70, and so on

한편 Table 11은 우리나라 남성을 대상으로 대장내시경 검사를 이용한 5년 또는 10년 주기의 대장암 검진전략에서 검진 시작연령을 45세, 50세 및 55세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진비용과 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

1인당 총 검진비용은 고려된 검진연령 구간에서 검진이 1번 시행되는 55세부

터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)의 검진전략이 56,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)의 검진전략이 337,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 55세부터 65세까지 5년 주기(COL_5_5565)의 검진전략이 53.7%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성은 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_1_4575)의 검진전략이 인구 10만명당 365명으로 가장 많았다.

대장내시경 검사를 이용한 우리나라 남성의 대장암 검진전략들에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565), 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575), 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575), 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575), 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075) 및 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)에서 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비는 50,266,000원이었으며, 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575)에서 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 577,320,000원, 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575)에서 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 59,322,000원, 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575)에서 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 368,421,000원 그리고 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075)에서 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 682,927,000원이었다.

Table 11. Cost-effectiveness of selected screening strategies for male colorectal cancer using colonoscopy

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (×100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
COL_10_5565	40.6	125	56	45,237	45,237
COL_10_5065	26.6	74	113	151,686	Dominated
COL_10_5570	31.7	125	113	90,257	Dominated
COL_10_4565	35.0	135	113	83,681	E. dominated‡
COL_5_5565	53.7	165	113	68,048	E. dominated‡
COL_10_5070	31.9	167	113	67,558	E. dominated‡
COL_10_5575	35.0	237	113	47,430	50,266
COL_10_4570	28.6	135	169	125,421	Dominated
COL_10_5075	26.4	167	169	101,255	Dominated
COL_5_5065	50.4	181	169	93,458	Dominated
COL_5_5570	51.6	243	169	69,363	E. dominated‡
COL_10_4575	32.7	247	169	68,296	577,320
COL_5_4565	49.0	189	225	119,147	Dominated
COL_5_5070	49.4	258	225	87,043	E. dominated‡
COL_5_5575	50.3	341	225	65,856	59,322
COL_5_4570	48.6	267	281	105,430	Dominated
COL_5_5075	48.9	357	281	78,792	368,421
COL_5_4575	48.3	365	337	92,410	682,927

* COL_10_5565 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 65, COL_10_5065 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

한편 대장내시경 검사를 이용하여 고려된 우리나라 남성의 대장암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 낮을수록 효율적이므로, Figure 7에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 적은 저비용 전략에서는 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 가장 높았으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575), 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575), 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575), 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075) 또는 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

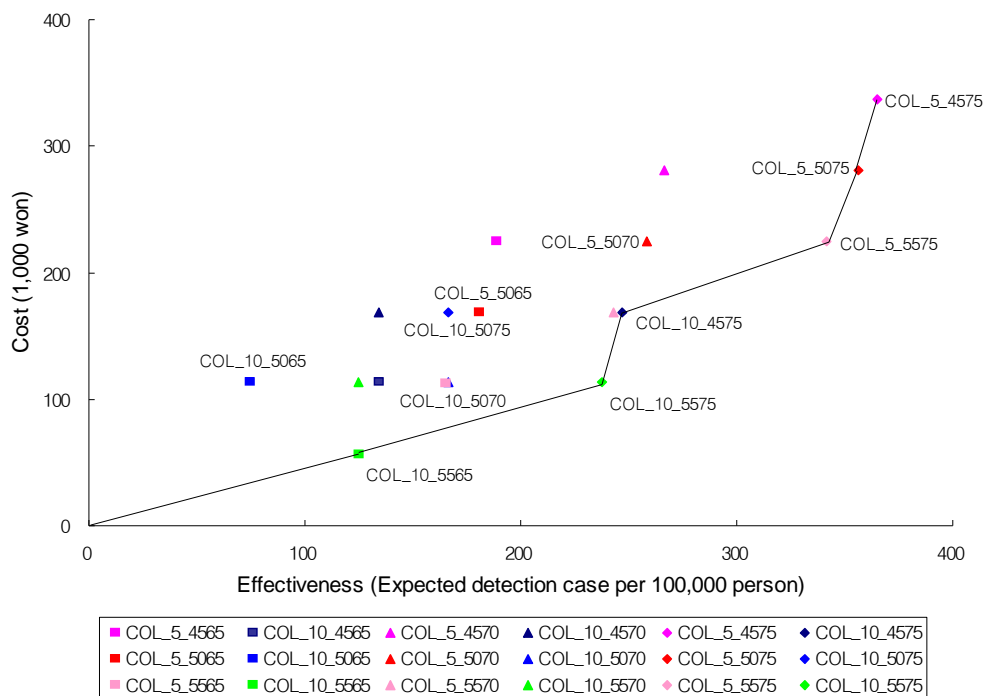


Figure 7. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for male colorectal cancer using colonoscopy. COL_10_5565 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 65, COL_10_5575 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 75, and so on

(2) 여성

Table 12와 Figure 8은 우리나라 여성들을 대상으로 50세부터 70세까지 대장암 검진을 하는 경우 대변잠혈반응검사를 이용한 1년 또는 2년 주기의 검진전략과 대장내시경 검사를 이용한 3년, 5년 또는 10년 주기의 검진전략을 검진의 민감도와 비용-효과 측면에서 평가한 결과이다.

검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 조기에 발견하는데 소요되는 추가비용을 비교해 볼 때 대변잠혈반응검사의 효율성이 대장내시경 검사보다 비교적 높게 나타났다(Table 12).

Table 12. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals and modalities for female colorectal cancer

Strategies*	Schedule sensitivity(%)	Cost-effectiveness		
		Detection probability (× 100,000)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
FOBT_2_5070	51.1	141	34	24,078
FOBT_1_5070	67.3	190	60	31,433
COL_10_5070	32.8	96	113	116,875
COL_5_5070	50.1	147	225	152,946
COL_3_5070	62.3	166	393	237,041

* FOBT_2_5070 means biennial fecal occult blood test for age 50 to 70, COL_10_5070 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 70, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

비용-효과적인 측면에서 볼 때 검진을 시행하지 않는 경우에 비해 대변잠혈반응 검사를 이용하여 50세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5070)의 검진을 시행하는 경우에 비용-효과 증가비는 24,078,000원이었으며, 2년 주기(FOBT_2_5070)의 검진전략

을 1년 주기(FOBT_1_5070)의 검진전략으로 바꾸는 경우에 비용-효과 증가비는 53,388,000원이었다. 한편 대장내시경 검사를 이용한 검진전략에서는 검진을 시행하지 않는 경우에 비해 50세부터 70세까지 10년 주기(COL_10_5070)의 검진을 시행하는 경우에 비용-효과 증가비는 116,875,000원이었으며, 10년 주기(COL_10_5070)의 검진전략을 5년 주기(COL_5_5070)의 검진전략으로 바꾸는 경우 비용-효과 증가비는 220,907,000원, 5년 주기(COL_5_5070)의 검진전략을 3년 주기(COL_3_5070)의 검진전략으로 바꾸는 경우 비용-효과 증가비는 888,889,000원이었다(Figure 8).

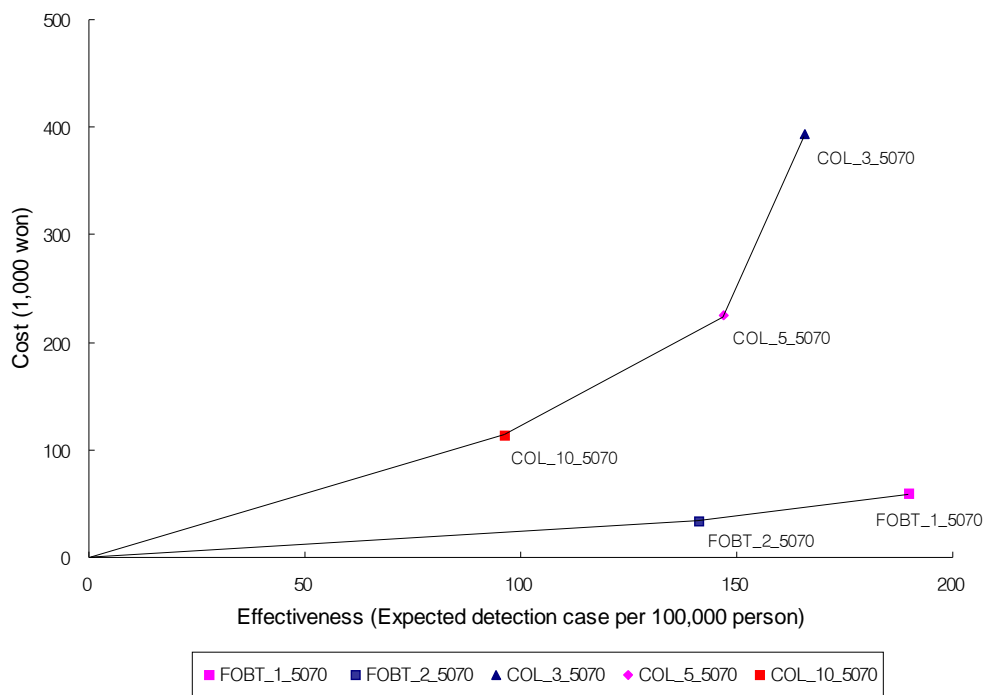


Figure 8. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for female colorectal cancer according to screening modalities. FOBT_2_5070 means biennial fecal occult blood test for age 50 to 70, COL_10_5070 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 70, and so on

이를 바탕으로 본 연구에서는 우리나라 여성을 대상으로 한 대장암 조기검진 전략을 두 가지 경우로 나누어 대변잠혈반응검사를 1년 또는 2년 주기로 시행하는 경우와 대장내시경 검사를 5년 또는 10년 주기로 시행하는 경우에 검진 연령 변화에 따른 검진전략의 비용-효과 분석을 하였다.

Table 13은 우리나라 여성을 대상으로 대변잠혈반응검사를 이용한 1년 또는 2년 주기의 대장암 검진전략에서 검진 시작연령을 45세, 50세 및 55세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진 비용과 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

1인당 총 검진비용은 검진 횟수가 가장 적은 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565)의 검진전략이 21,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략이 85,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 55세부터 65세까지 1년 주기(FOBT_1_5565)의 검진전략이 68.8%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성은 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략이 인구 10만명당 274명으로 가장 많았다.

대변잠혈반응검사를 이용한 우리나라 여성의 대장암 검진전략에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565), 55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570), 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575), 50세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5075), 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575), 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575), 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075) 및 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565)에서 55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비

용인 비용-효과 증가비가 21,857,000원이었으며, 55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570)에서 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 8,251,000원, 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575)에서 50세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5075)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 186,047,000원, 50세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5075)에서 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 23,148,000원, 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575)에서 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 38,235,000원, 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575)에서 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 60,465,000원 그리고 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075)에서 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 81,633,000원이었다.

한편 대변잠혈반응검사를 이용하여 고려된 우리나라 여성의 대장암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 낮을수록 효율적이므로, Figure 9에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 적은 저비용 전략에서는 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 가장 높았으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 50세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5075), 45세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_4575), 55세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5575), 50세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_5075) 또는 45세부터 75세까지 1년 주기(FOBT_1_4575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

Table 13. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female colorectal cancer using fecal occult blood test

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (×100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
FOBT_2_5565	54.0	81	21	26,268	26,268
FOBT_2_5065	50.1	87	29	33,313	E. dominated‡
FOBT_2_5570	50.7	117	29	24,643	21,857
FOBT_1_5565	68.8	106	34	31,976	Dominated
FOBT_2_4565	51.7	107	34	31,946	Dominated
FOBT_2_5070	51.1	141	34	24,078	E. dominated‡
FOBT_2_5575	51.4	178	34	19,135	8,251
FOBT_2_4570	49.7	143	42	29,163	Dominated
FOBT_2_5075	49.5	182	42	22,917	186,047
FOBT_1_5065	67.8	128	47	36,647	Dominated
FOBT_1_5570	67.9	169	47	27,817	Dominated
FOBT_2_4575	50.6	204	47	23,010	23,148
FOBT_1_4565	67.5	143	60	41,910	Dominated
FOBT_1_5070	67.3	190	60	31,433	Dominated
FOBT_1_5575	67.5	238	60	25,125	38,235
FOBT_1_4570	67.1	205	73	35,453	Dominated
FOBT_1_5075	67.1	259	73	27,998	60,465
FOBT_1_4575	67.0	274	85	31,187	81,633

* FOBT_2_5565 means biennial fecal occult blood test (FOBT) for age 55 to 65, FOBT_2_5065 means biennial FOBT for age 50 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

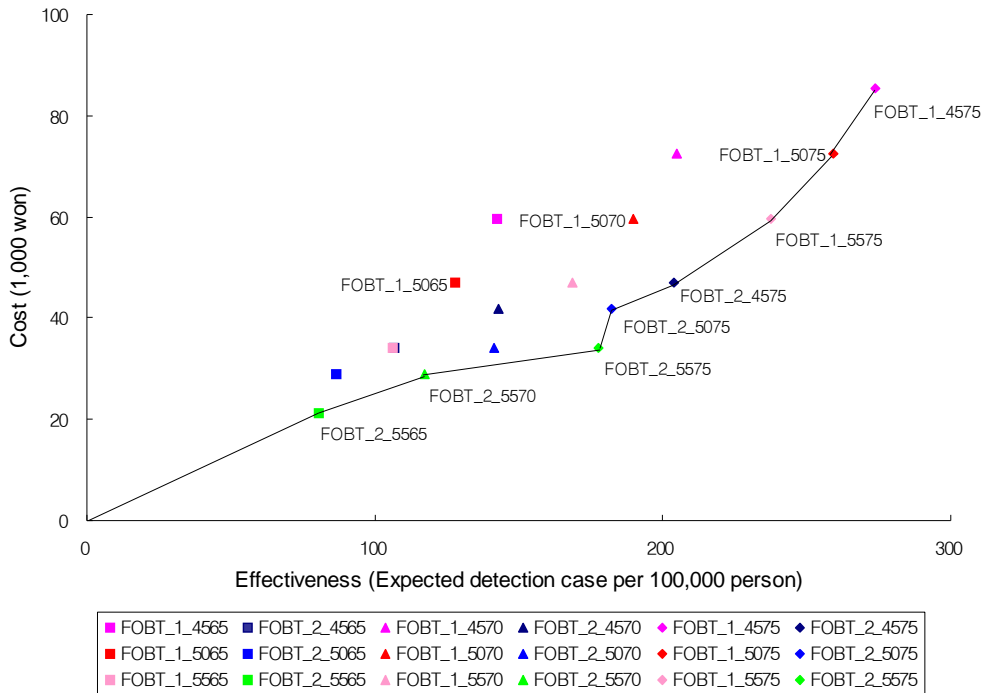


Figure 9. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for female colorectal cancer using fecal occult blood test (FOBT). FOBT_2_5565 means biennial FOBT for age 55 to 65, FOBT_2_5570 means biennial FOBT for age 55 to 70, and so on

한편 Table 14는 우리나라 여성을 대상으로 대장내시경 검사를 이용한 5년 또는 10년 주기의 대장암 검진전략에서 검진 시작연령을 45세, 50세 및 55세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진비용과 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

1인당 총 검진비용은 고려된 검진연령구간에서 검진이 1번 시행되는 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)의 검진전략이 56,000원으로 가장 적었으며, 검

진 횟수가 가장 많은 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)의 검진전략이 337,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진연령 기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 55세부터 65세까지 5년 주기(COL_5_5565)의 검진전략이 54.9%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성은 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_1_4575)의 검진전략이 인구 10만명당 207명으로 가장 많았다.

대장내시경 검사를 이용한 우리나라 여성의 대장암 검진전략에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565), 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575), 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575), 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575), 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075) 및 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)에서 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비는 97,602,000원이었으며, 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575)에서 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 509,091,000원, 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575)에서 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 119,914,000원, 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575)에서 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 482,759,000원 그리고 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075)에서 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 602,151,000원이었다.

Table 14. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female colorectal cancer using colonoscopy

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (×100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
COL_10_5565	42.2	70	56	81,167	81,167
COL_10_5065	27.8	44	113	256,965	Dominated
COL_10_5570	32.4	70	113	161,944	Dominated
COL_10_4565	36.3	81	113	139,815	E. dominated‡
COL_5_5565	54.9	91	113	124,228	E. dominated‡
COL_10_5070	32.8	96	113	116,875	E. dominated‡
COL_10_5575	35.1	128	113	87,999	97,602
COL_10_4570	29.7	81	169	209,554	Dominated
COL_10_5075	27.6	96	169	175,172	Dominated
COL_5_5065	51.4	102	169	165,059	Dominated
COL_5_5570	52.2	135	169	124,587	E. dominated‡
COL_10_4575	33.0	139	169	121,448	509,091
COL_5_4565	50.3	112	225	201,642	Dominated
COL_5_5070	50.1	147	225	152,946	E. dominated‡
COL_5_5575	50.9	186	225	121,137	119,914
COL_5_4570	49.5	156	281	179,764	Dominated
COL_5_5075	49.4	197	281	142,480	482,759
COL_5_4575	49.0	207	337	163,250	602,151

* COL_10_5565 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 65, COL_10_5065 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

한편 대장내시경 검사를 이용하여 고려된 우리나라 여성의 대장암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 낮을수록 효율적이므로, Figure 10에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 적은 저비용 전략에서는 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 가장 높았으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575), 45세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_4575), 55세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5575), 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075) 또는 45세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_4575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

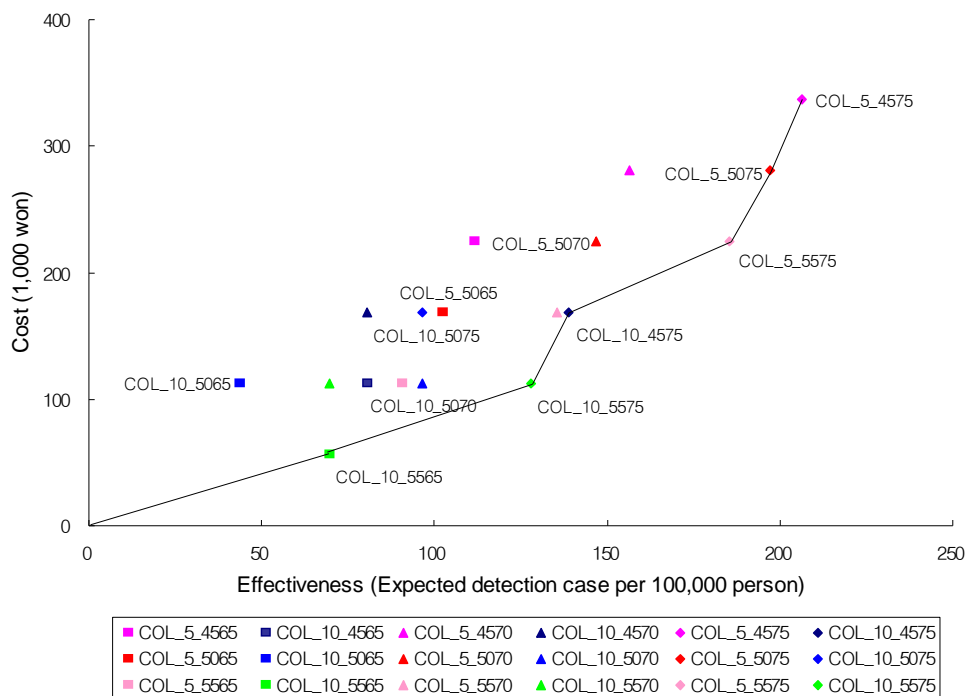


Figure 10. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for female colorectal cancer using colonoscopy. COL_10_5565 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 65, COL_10_5575 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 75, and so on

3.1.3 유방암

Figure 11은 2002년 우리나라 여성의 연령별 유방암 발생률을 나타낸 것이다. 우리나라 여성의 유방암 발생률은 20세 이전에는 극히 드물다가 30대부터 급격히 증가하는 경향을 나타내면서 45-49세에서 정점에 이른 후 50대부터는 다시 감소되는 단일봉 양상을 관찰할 수 있다.

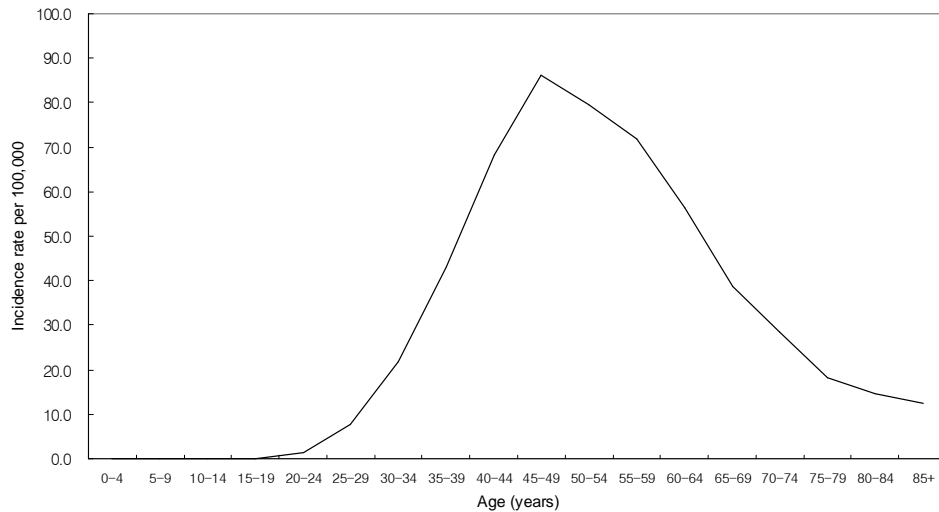


Figure 11. Age-specific incidence rate of female breast cancer in Korea, 2002

Table 15는 우리나라 여성들을 대상으로 40세부터 70세까지 유방촬영술 검사를 이용한 1년, 2년 또는 3년 주기의 유방암 조기검진 전략을 검진의 민감도와 비용-효과 측면에서 평가한 결과이다.

검진주기가 짧을수록 검진 횟수가 많아짐으로 인해 1년 주기의 검진전략이 검진의 민감도가 87.5%로 가장 높고, 무증상 상태에 있는 유방암을 발견할 가능성도 인구 10만명당 373명으로 가장 많았으나, 1인당 총 검진비용 또한 611,000원으로

가장 많았다. 이에 비해 2년 또는 3년 주기의 검진전략은 1년 주기의 검진전략에 비해 1인당 총 검진비용은 각각 51%(310/611) 및 38%(230/611)에 불과하지만 무증상 상태에 있는 유방암 발견을 즉, 검진의 민감도는 각각 89%(77.5/87.5) 및 79%(68.8/87.5)이었다. 또한 무증상 상태에 있는 유방암 환자 한 명을 조기에 발견하는데 소요되는 추가비용은 1년 주기의 검진전략에서는 163,585,000원, 2년 주기의 검진에서는 93,803,000원 그리고 3년 주기의 검진에서는 78,391,000원으로 2년 또는 3년 주기의 검진전략이 1년 주기의 검진전략에 비해 비용-효과 측면에서 상대적으로 우월함을 볼 수 있었다.

Table 15. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for female breast cancer

Strategies*	Schedule sensitivity(%)	Cost-effectiveness		
		Detection probability (× 100,000)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
M_3_4070	68.8	293	230	78,391
M_2_4070	77.5	330	310	93,803
M_1_4070	87.5	373	611	163,585

* M_3_4070 means mammography screening every 3 years for age 40 to 70, M_2_4070 means mammography screening every 2 years for age 40 to 70, and M_1_4070 means mammography screening every 1 years for age 40 to 70

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

Table 16은 우리나라 여성을 대상으로 상대적으로 우월한 2년 또는 3년 주기의 유방촬영술 검사를 이용한 유방암 검진전략에서 검진 시작연령을 35세, 40세 및 45세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략 별 1인당 총 검진비용과 무증상 상태에 있는 유방암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

Table 16. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female breast cancer

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (× 100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
M_3_4565	71.1	226	152	67,215	67,215
M_3_4570	71.0	251	193	76,953	E. dominated‡
M_3_4065	68.8	270	193	71,642	94,896
M_2_4565	79.0	260	214	81,999	Dominated
M_3_4575	70.8	269	214	79,289	Dominated
M_3_4070	68.8	293	214	72,875	E. dominated‡
M_3_3565	68.1	300	214	71,199	67,290
M_3_4075	68.3	302	254	84,274	E. dominated‡
M_3_3570	67.6	311	254	81,730	358,772
M_2_4570	78.5	278	275	99,018	Dominated
M_2_4065	77.5	304	275	90,509	Dominated
M_3_3575	67.7	331	295	89,357	213,021
M_2_4575	78.5	299	316	105,752	Dominated
M_2_4070	77.5	330	316	95,573	Dominated
M_2_3565	76.3	337	316	93,785	329,839
M_2_4075	77.3	344	377	109,661	E. dominated‡
M_2_3570	76.1	354	377	106,592	358,772
M_2_3575	76.2	375	418	111,533	194,762

* M_3_4565 means mammography screening every 3 years for age 45 to 65, M_3_4570 means mammography screening every 3 years for age 45 to 70, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

1인당 총 검진비용은 검진 횟수가 가장 적은 45세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4565)의 검진전략이 152,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 35세부터 75세까지 2년 주기(M_2_3575)의 검진전략이 418,000원으로 가장 많았다. 또한 검진비용은 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총비용이 증가하였고, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 45세부터 65세까지 2년 주기(M_2_4565)의 검진전략이 79.0%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 유방암을 발견할 가능성은 35세부터 75세까지 2년 주기(M_2_3575)의 검진전략이 인구 10만명당 375명으로 가장 많았다.

유방촬영술 검사를 이용한 우리나라 여성의 유방암 검진전략들에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 45세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4565), 40세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4065), 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3565), 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3570), 35세부터 75세까지 3년 주기(M_3_3575), 35세부터 65세까지 2년 주기(M_2_3565), 35세부터 70세까지 2년 주기(M_2_3570) 및 35세부터 75세까지 2년 주기(M_2_3575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 45세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4565)에서 40세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4065)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 유방암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비는 94,896,000원이었으며, 40세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4065)에서 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3565)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 67,290,000원, 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3565)에서 35세부터 70세까지 3년 주기(M_3_3570)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 358,772,000원, 35세부터 70세까지 3년 주기(M_3_3570)에서 35세부터 75세까지 3년 주기(M_3_3575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 213,021,000원, 35세부터 75세까지 3년 주기(M_3_3575)에서 35세부터 65세까지 2년 주기(M_2_3565)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 329,839,000원, 35세부터 65세까지 2년 주기(M_2_3565)에서 35세부터 70세까지 2년 주기(M_2_3570)로 전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 358,772,000원, 그리고 35세부터 70세까지 2년 주기(M_2_3570)에서 35세부터 75세까지 2년 주기(M_2_3575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 194,762,000원이었다.

한편 고려된 우리나라 여성의 유방암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 낮을수록 효율적이므로, Figure 12에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 낮은 저비용 전략에서는 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3565)의 검진 전략의 효율성이 상대적으로 가장 높았으며, 총 검진 비용이 증가되는 경우에는 35세부터 70세까지 3년 주기(M_3_3570), 35세부터 75세까지 3년 주기(M_3_3575), 35세부터 65세까지 2년 주기(M_2_3565), 35세부터 70세까지 2년 주기(M_2_3570) 또는 35세부터 75세까지 2년 주기(M_2_3575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

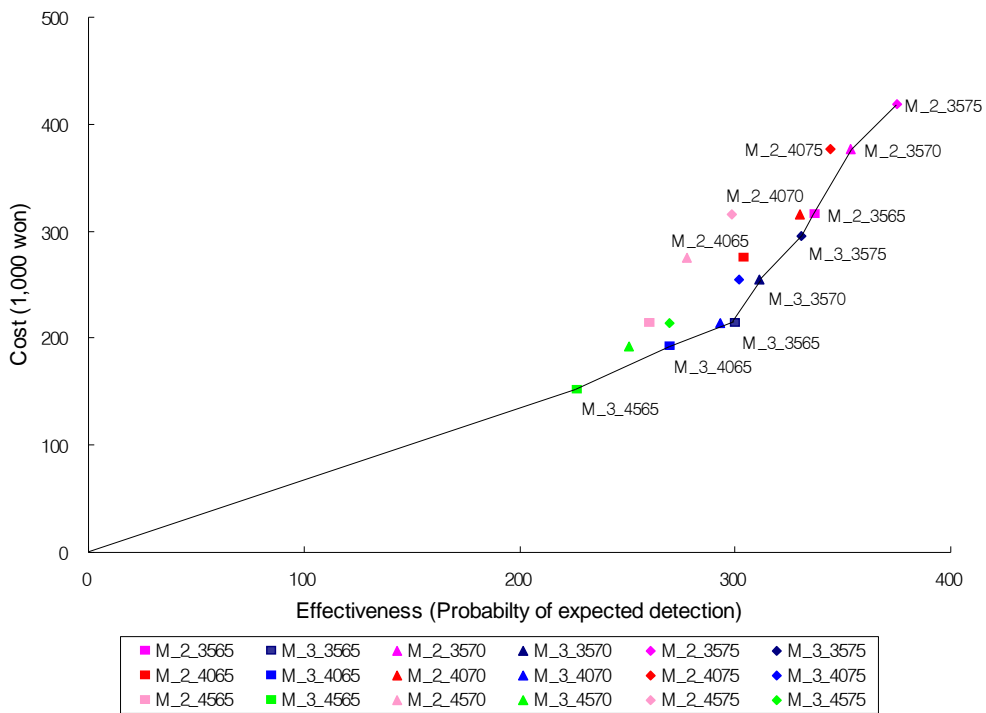


Figure 12. Expansion path of the most cost-effectiveness screening strategies for female breast cancer. M_3_4565 means mammography screening every 3 years for age 45 to 65, M_3_4065 means mammography screening every 3 years for age 40 to 65, and so on

3.1.4 자궁경부암

Figure 13은 2002년 우리나라 여성의 연령별 자궁경부암 발생률을 나타낸 것이다. 우리나라 여성의 자궁경부암 발생률은 비교적 낮은 편이나 30대 이후부터 꾸준히 증가하여 50, 60대에서 정체를 나타낸 후 70대 이후에서는 감소하는 경향이 있었다.

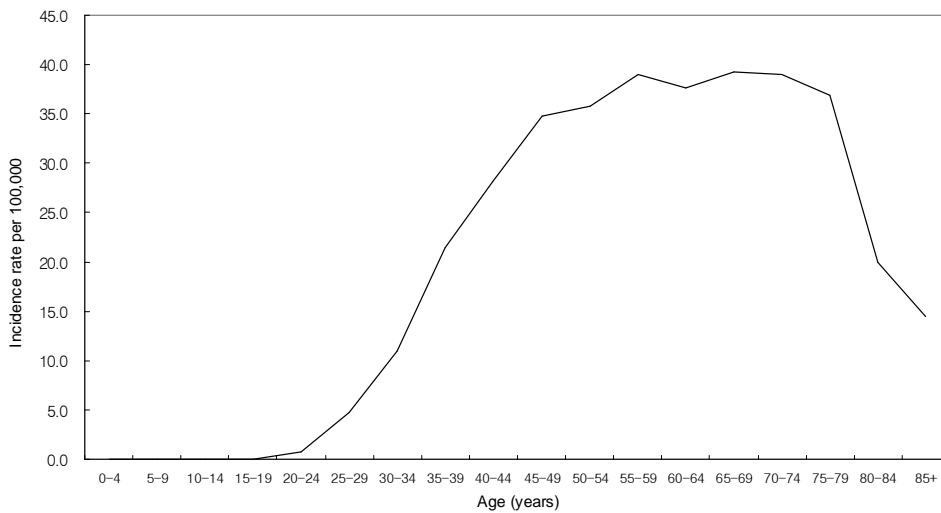


Figure 13. Age-specific incidence rate of female cervical cancer in Korea, 2002

Table 17은 우리나라 여성들을 대상으로 30세부터 70세까지 자궁경부세포검사를 이용한 1년, 2년 또는 3년 주기의 자궁경부암 조기검진 전략을 검진의 민감도와 비용-효과 측면에서 평가한 결과이다.

검진주기가 짧을수록 검진 횟수가 많아짐으로 인해 1년 주기의 검진전략이 검진의 민감도가 81.2%로 가장 높고, 무증상 상태에 있는 자궁경부암을 발견할 가능성도 인구 10만명당 231명으로 가장 많았으나, 1인당 총 검진비용 또한 232,000원

으로 가장 많았다. 이에 비해 2년 또는 3년 주기의 검진전략은 1년 주기의 검진전략에 비해 1인당 총 검진비용은 각각 51%(118/232) 및 36%(84/232)에 불과하지만 무증상 상태에 있는 유방암 발견을 즉, 검진의 민감도는 각각 85%(68.7/81.2) 및 72%(58.6/81.2)이었다. 또한 무증상 상태에 있는 유방암 환자 한 명을 조기에 발견하는데 소요되는 추가비용은 1년 주기의 검진전략에서는 100,373,000원, 2년 주기의 검진에서는 60,974,000원 그리고 3년 주기의 검진에서는 52,247,000원으로 2년 또는 3년 주기의 검진전략이 1년 주기의 검진전략에 비해 상대적으로 우월함을 볼 수 있었다.

Table 17. Effectiveness of screening strategies according to screening intervals for female cervical cancer

Strategies*	Schedule sensitivity(%)	Cost-effectiveness		
		Detection probability (× 100,000)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
Pap_3_3070	58.6	160	84	52,247
Pap_2_3070	68.7	193	118	60,974
Pap_1_3070	81.2	231	232	100,373

* Pap_3_3070 means every 3 years pap smear test for age 30 to 70, Pap_2_3070 means biennially pap smear test for age 30 to 70, and Pap_1_3070 means annually pap smear test for age 30 to 70

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

Table 18은 우리나라 여성을 대상으로 상대적으로 우월한 2년 또는 3년 주기의 자궁경부세포검사를 이용한 자궁경부암 검진전략에서 검진 시작연령을 25세, 30세 및 35세로 그리고 검진 종료연령을 65세, 70세 및 75세로 변화시키면서 각 검진전략별 1인당 총 검진비용과 무증상 상태에 있는 자궁경부암을 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행한 결과이다.

Table 18. Cost-effectiveness of selected screening strategies for female cervical cancer

Strategies *	Schedule sensitivity(%)	Detection probability (× 100,000)	Costs (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	Incremental C/E† (1,000 won)
Pap_3_3565	59.5	133	53	39,689	39,689
Pap_3_3065	58.0	132	70	53,171	Dominated
Pap_3_3570	58.0	149	70	47,124	111,429
Pap_3_2565	58.0	136	81	59,726	Dominated
Pap_3_3070	58.6	160	81	50,948	E. dominated‡
Pap_3_3575	58.6	175	81	46,472	42,846
Pap_2_3565	68.5	154	87	56,467	Dominated
Pap_3_2570	58.7	167	87	52,301	Dominated
Pap_3_3075	58.8	185	87	47,153	59,583
Pap_3_2575	57.6	179	99	55,129	Dominated
Pap_2_3065	68.2	158	104	65,958	Dominated
Pap_2_3570	67.9	179	104	58,326	Dominated
Pap_2_2565	67.7	163	116	70,904	Dominated
Pap_2_3070	68.7	193	116	59,899	E. dominated‡
Pap_2_3575	68.2	208	116	55,586	122,222
Pap_2_2570	67.3	188	133	70,791	Dominated
Pap_2_3075	68.1	212	133	62,681	451,579
Pap_2_2575	67.7	217	144	66,476	224,314

* Pap_3_3565 means every 3 years pap smear test for age 35 to 65, Pap_3_3065 means every 3 years pap smear test for age 30 to 65, and so on

** Additional cost per case found = Cost / Detection probability

† Incremental cost-effectiveness ratio = Incremental cost / Incremental detection probability

‡ Extended dominated

1인당 총 검진비용은 검진 횟수가 가장 적은 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565)의 검진전략이 53,000원으로 가장 적었으며, 검진 횟수가 가장 많은 25세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_2575)의 검진전략이 144,000원으로 가장 많았다. 또한 검진주기가 짧고, 검진 연령기간이 길수록 검진 횟수의 증가로 인해 총 검진비용이 증가하였으며, 각 검진전략에 따른 검진의 민감도는 30세부터 70세까지 2년 주기(Pap_2_3070)의 검진전략이 68.7%로 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 자궁경부암을 발견할 가능성은 25세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_2575)의 검진전략이 인구 10만명당 217명으로 가장 많았다.

자궁경부세포검사를 이용한 우리나라 여성의 자궁경부암 검진전략들에 대하여 단계적 비용-효과 분석을 시행한 결과 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565), 35세부터 70세까지 3년 주기(Pap_3_3570), 35세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3575), 30세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3075), 35세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3575), 30세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3075) 및 25세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_2575)의 검진전략이 상대적으로 우월한 것으로 나타났다. 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565)에서 35세부터 70세까지 3년 주기(Pap_3_3570)로 검진전략을 바꾸는 경우에 무증상 상태에 있는 자궁경부암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용인 비용-효과 증가비는 111,429,000원이었으며, 35세부터 70세까지 3년 주기(Pap_3_3570)에서 35세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 42,846,000원, 35세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3575)에서 30세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3075)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 59,583,000원, 30세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3075)에서 35세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 122,222,000원, 35세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3575)에서 30세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3075)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 451,579,000원, 그리고 30세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3075)에서 25세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_2575)로 검진전략을 바꾸는 경우에는 비용-효과 증가비가 224,314,000원이었다.

한편 고려된 우리나라 여성의 자궁경부암 검진전략들 중 기대효과는 크고 비용은 낮을수록 효율적이므로, Figure 14에서 선으로 연결된 전략들은 비용-효과 분석에서 제시된 대안으로 고려할 수 있다. 비용-효과적인 측면에서 볼 때 1인당 총 검진비용이 상대적으로 낮은 저비용 전략에서는 30세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3065)의 검진전략의 효율성이 상대적으로 가장 높게 나타났으며, 총 검진비용이 증가되는 경우에는 35세부터 70세까지 3년 주기(Pap_3_3575), 35세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3575), 30세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3075), 35세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3575), 30세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_3075) 또는 25세부터 75세까지 2년 주기(Pap_2_2575)의 검진전략도 효율성이 높은 것으로 나타났다.

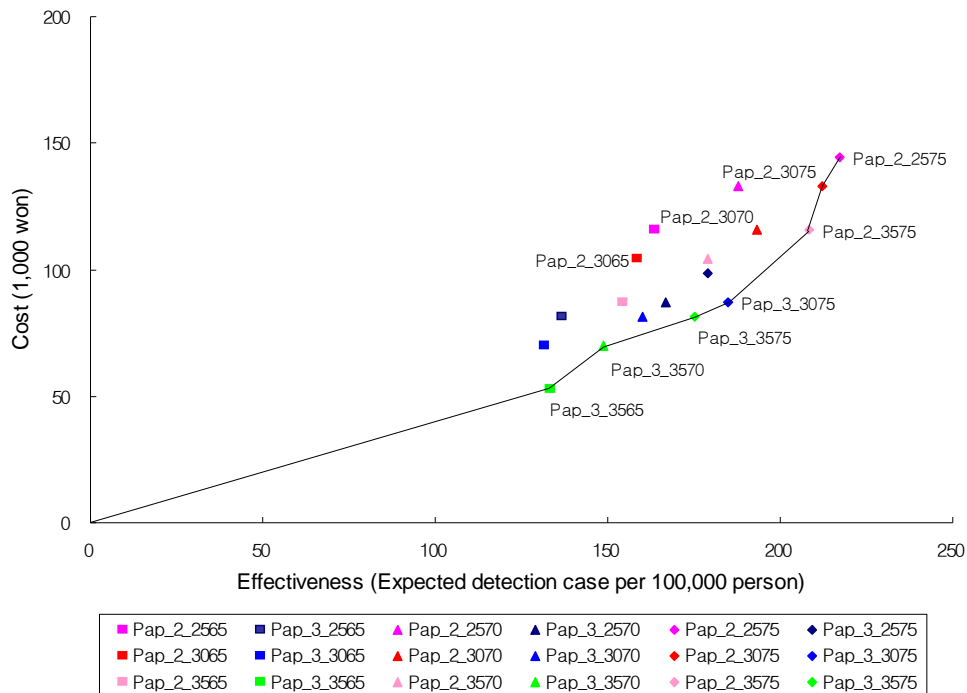


Figure 14. Expansion path for the most cost-effectiveness screening strategies of female cervical cancer. Pap_3_3565 means every 3 years pap smear test for age 35 to 65, Pap_3_3065 means every 3 years pap smear test for age 30 to 65, and so on

3.2 민감도 분석

3.2.1 위암

Table 19와 20은 위내시경 검사를 이용한 우리나라 남녀의 위암 검진전략들에 대한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 높은 것으로 고려된 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565), 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570) 및 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575) 검진전략과 현재 우리나라 위암 검진 권고안을 바탕으로 한 40세부터 70세까지 2년 주기(Endo_2_4070) 검진전략에 대해 위암의 평균체재시간과 위내시경 검사의 민감도와 특이도 변화에 따른 민감도 분석을 시행한 결과이다.

모든 검진전략에서 평균체재시간이 길수록, 위내시경 검사의 민감도와 특이도가 증가할수록 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성은 증가되었고, 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 감소하였다.

또한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 가장 높은 것으로 고려된 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575) 검진전략은 평균체재시간과 위내시경 검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적게 나타났다.

한편 우리나라 위암 검진 권고안을 바탕으로 한 40세부터 70세까지 2년 주기(Endo_2_4070) 검진전략은 모든 경우에서 검진의 민감도가 가장 높았고, 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용도 비용-효과 분석에서 추천된 45세부터 65세까지 3년 주기(Endo_3_4565) 및 45세부터 70세까지 3년 주기(Endo_3_4570) 검진전략에 비해 낮은 것으로 나타났다.

Table 19. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for male gastric cancer

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE (1,000 won)	
3	0.70	0.90	Endo_3_4565	48.9	333	271	81,544	
			Endo_3_4570	50.8	537	348	64,799	
			Endo_3_4575	51.6	792	386	48,807	
			Endo_2_4070	61.5	707	386	54,647	
		0.99	Endo_3_4565	48.9	333	269	80,812	
			Endo_3_4570	50.8	537	346	64,346	
			Endo_3_4575	51.6	792	384	48,500	
			Endo_2_4070	61.5	707	384	54,302	
		0.80	0.90	Endo_3_4565	53.7	370	271	73,403
				Endo_3_4570	55.7	595	348	58,533
				Endo_3_4575	56.3	875	386	44,151
				Endo_2_4070	66.0	768	386	50,307
	0.99		Endo_3_4565	53.7	370	269	72,744	
			Endo_3_4570	55.7	595	346	58,123	
			Endo_3_4575	56.3	875	384	43,872	
			Endo_2_4070	66.0	768	384	49,990	
	0.90		0.90	Endo_3_4565	58.2	404	271	67,087
				Endo_3_4570	60.1	649	348	53,668
				Endo_3_4575	60.6	953	386	40,529
				Endo_2_4070	70.0	823	386	46,940
		0.99	Endo_3_4565	58.2	404	269	66,484	
			Endo_3_4570	60.1	649	346	53,292	
			Endo_3_4575	60.6	953	384	40,274	
			Endo_2_4070	70.0	823	384	46,644	
4		0.70	0.90	Endo_3_4565	56.7	409	271	66,381
				Endo_3_4570	58.5	651	348	53,446
				Endo_3_4575	59.2	954	386	40,491
			0.99	Endo_2_4070	68.3	830	386	46,583
	Endo_3_4565			56.7	409	269	65,784	
	Endo_3_4570			58.5	651	346	53,071	
	0.80	0.90	Endo_3_4575	59.2	954	384	40,236	
			Endo_2_4070	68.3	830	384	46,289	
			Endo_3_4565	61.5	450	271	60,315	
		0.99	Endo_3_4570	63.2	714	348	48,779	
			Endo_3_4575	63.8	1,044	386	37,012	
			Endo_2_4070	72.5	891	386	43,358	
0.90	0.90	Endo_3_4565	61.5	450	269	59,773		
		Endo_3_4570	63.2	714	346	48,437		
		Endo_3_4575	63.8	1,044	384	36,779		
	0.99	Endo_2_4070	72.5	891	384	43,085		

Table 19. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)		
4	0.90	0.90	Endo_3_4565	65.9	488	271	55,582		
			Endo_3_4570	67.5	771	348	45,159		
			Endo_3_4575	67.9	1,126	386	34,311		
			Endo_2_4070	76.1	946	386	40,851		
			0.99	Endo_3_4565	65.9	488	269	55,083	
			Endo_3_4570	67.5	771	346	44,842		
			Endo_3_4575	67.9	1,126	384	34,094		
			Endo_2_4070	76.1	946	384	40,593		
5	0.70	0.90	Endo_3_4565	62.5	477	271	56,852		
			Endo_3_4570	64.1	751	348	46,319		
			Endo_3_4575	64.8	1,096	386	35,272		
			Endo_2_4070	73.1	935	386	41,331		
			0.99	Endo_3_4565	62.5	477	269	56,341	
			Endo_3_4570	64.1	751	346	45,994		
			Endo_3_4575	64.8	1,096	384	35,050		
			Endo_2_4070	73.1	935	384	41,071		
	0.80	0.90	Endo_3_4565	67.1	522	271	52,013		
			Endo_3_4570	68.6	817	348	42,610		
			Endo_3_4575	69.1	1,189	386	32,501		
			Endo_2_4070	76.9	997	386	38,777		
		0.99	Endo_3_4565	67.1	522	269	51,545		
			Endo_3_4570	68.6	817	346	42,312		
			Endo_3_4575	69.1	1,189	384	32,296		
			Endo_2_4070	76.9	997	384	38,532		
			0.90	0.90	Endo_3_4565	71.2	562	271	48,239
					Endo_3_4570	72.6	876	348	39,739
					Endo_3_4575	73.0	1,273	386	30,352
					Endo_2_4070	80.1	1,050	386	36,794
0.99	Endo_3_4565	71.2	562	269	47,806				
	Endo_3_4570	72.6	876	346	39,461				
	Endo_3_4575	73.0	1,273	384	30,160				
	Endo_2_4070	80.1	1,050	384	36,562				

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} Endo_3_4565 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 65, Endo_3_4570 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 70, Endo_3_4575 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 75, and Endo_2_4070 means endoscopy screening every 2 years for age 40 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

Table 20. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female gastric cancer

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies ^a	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)		
3	0.70	0.90	Endo_3_4565	50.3	127	271	213,285		
			Endo_3_4570	51.7	204	348	170,440		
			Endo_3_4575	51.9	285	386	135,392		
			Endo_2_4070	62.0	275	386	140,614		
			0.99	Endo_3_4565	50.3	127	269	211,369	
				Endo_3_4570	51.7	204	346	169,246	
		Endo_3_4575		51.9	285	384	134,538		
		Endo_2_4070		62.0	275	384	139,727		
		0.80		0.90	Endo_3_4565	55.3	141	271	192,410
					Endo_3_4570	56.6	226	348	153,931
			Endo_3_4575		56.7	315	386	122,591	
			0.99	Endo_2_4070	66.5	299	386	129,407	
	Endo_3_4565			55.3	141	269	190,681		
	Endo_3_4570			56.6	226	346	152,853		
	0.90	0.90	Endo_3_4575	56.7	315	384	121,818		
			Endo_2_4070	66.5	299	384	128,590		
			Endo_3_4565	59.8	154	271	176,168		
			Endo_3_4570	61.1	247	348	141,020		
			Endo_3_4575	61.1	343	386	112,623		
			Endo_2_4070	70.5	320	386	120,677		
		0.99	Endo_3_4565	59.8	154	269	174,585		
			Endo_3_4570	61.1	247	346	140,033		
			Endo_3_4575	61.1	343	384	111,912		
			Endo_2_4070	70.5	320	384	119,916		
4			0.70	0.90	Endo_3_4565	58.2	155	271	174,918
					Endo_3_4570	59.4	248	348	140,508
	Endo_3_4575	59.5			341	386	113,250		
	Endo_2_4070	68.9			323	386	119,520		
	0.99	Endo_3_4565		58.2	155	269	173,347		
		Endo_3_4570		59.4	248	346	139,524		
	0.80	0.90	Endo_3_4575	59.5	341	384	112,535		
			Endo_2_4070	68.9	323	384	118,766		
			Endo_3_4565	63.1	170	271	159,493		
		0.99	Endo_3_4570	64.2	272	348	128,144		
			Endo_3_4575	64.2	373	386	103,706		
			Endo_2_4070	73.0	348	386	111,101		
0.90	0.90	Endo_3_4565	63.1	170	269	158,060			
		Endo_3_4570	64.2	272	346	127,246			
		Endo_3_4575	64.2	373	384	103,052			
	0.99	Endo_2_4070	73.0	348	384	110,400			

Table 20. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)		
4	0.90	0.90	Endo_3_4565	67.5	184	271	147,445		
			Endo_3_4570	68.5	294	348	118,501		
			Endo_3_4575	68.4	401	386	96,289		
			Endo_2_4070	76.6	369	386	104,604		
			0.99	Endo_3_4565	67.5	184	269	146,120	
			Endo_3_4570	68.5	294	346	117,671		
			Endo_3_4575	68.4	401	384	95,682		
			Endo_2_4070	76.6	369	384	103,944		
5	0.70	0.90	Endo_3_4565	64.0	180	271	150,889		
			Endo_3_4570	65.1	286	348	121,692		
			Endo_3_4575	65.1	389	386	99,436		
			Endo_2_4070	73.7	366	386	105,720		
			0.99	Endo_3_4565	64.0	180	269	149,533	
			Endo_3_4570	65.1	286	346	120,839		
			Endo_3_4575	65.1	389	384	98,809		
			Endo_2_4070	73.7	366	384	105,054		
	0.80	0.90	Endo_3_4565	68.7	196	271	138,559		
			Endo_3_4570	69.6	311	348	111,801		
			Endo_3_4575	69.5	421	386	91,871		
			Endo_2_4070	77.4	390	386	99,028		
		0.99	Endo_3_4565	68.7	196	269	137,314		
			Endo_3_4570	69.6	311	346	111,019		
			Endo_3_4575	69.5	421	384	91,291		
			Endo_2_4070	77.4	390	384	98,404		
			0.90	0.90	Endo_3_4565	72.9	210	271	129,067
					Endo_3_4570	73.6	334	348	104,078
					Endo_3_4575	73.4	449	386	85,983
					Endo_2_4070	80.7	412	386	93,834
0.99	Endo_3_4565	72.9	210	269	127,907				
	Endo_3_4570	73.6	334	346	103,350				
	Endo_3_4575	73.4	449	384	85,441				
	Endo_2_4070	80.7	412	384	93,242				

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} Endo_3_4565 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 65, Endo_3_4570 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 70, Endo_3_4575 means endoscopy screening every 3 years for age 45 to 75, and Endo_2_4070 means endoscopy screening every 2 years for age 40 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

3.2.2 대장암

Table 21과 22는 대변잠혈반응검사를 이용한 우리나라 남녀의 대장암 검진전략들에 대한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 높은 것으로 고려된 55세부터 65세까지 2년 주기(FOBT_2_5565), 55세부터 70세까지 2년 주기(FOBT_2_5570) 및 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575) 검진전략과 현재 우리나라 대장암 조기검진사업에서 시행하고 있는 전략을 반영한 50세부터 70세까지 1년 주기(FOBT_1_5070) 검진전략에 대해 대장암의 평균체제시간과 대변잠혈반응검사의 민감도와 특이도 변화에 따른 민감도 분석을 시행한 결과이다.

모든 검진전략에서 평균체제시간이 길수록, 대변잠혈반응검사의 민감도와 특이도가 증가할수록 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성은 증가되었고, 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 감소하였다.

또한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 가장 높은 것으로 고려된 55세부터 75세까지 2년 주기(FOBT_2_5575) 검진전략은 평균체제시간과 대변잠혈반응검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적게 나타났다.

한편 우리나라 대장암 조기검진사업의 시행안을 바탕으로 한 50세부터 70세까지 1년 주기(FOBT_1_5070) 검진전략의 경우 검진의 민감도는 가장 높게 나타났으나, 검진 횟수에 따른 비용의 증가로 인해 비용-효과가 상대적으로 낮게 나타났다.

Table 21. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for male colorectal cancer using fecal occult blood test

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies ^a	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)	
2	0.40	0.80	FOBT_2_5565	36.3	90	29	32,808	
			FOBT_2_5570	33.3	132	37	28,142	
			FOBT_2_5575	34.3	206	42	20,516	
			FOBT_1_5070	50.4	236	68	28,808	
			0.90	FOBT_2_5565	36.3	90	21	23,551
				FOBT_2_5570	33.3	132	29	21,847
	FOBT_2_5575	34.3		206	34	16,484		
	FOBT_1_5070	50.4		236	60	25,285		
	0.50	0.80		FOBT_2_5565	42.8	109	29	27,133
				FOBT_2_5570	39.7	159	37	23,355
			FOBT_2_5575	40.7	248	42	17,060	
			FOBT_1_5070	57.4	272	68	25,007	
			0.90	FOBT_2_5565	42.8	109	21	19,477
				FOBT_2_5570	39.7	159	29	18,131
	FOBT_2_5575	40.7		248	34	13,707		
	FOBT_1_5070	57.4		272	60	21,949		
	0.60	0.80		FOBT_2_5565	48.7	126	29	23,371
				FOBT_2_5570	45.6	184	37	20,176
			FOBT_2_5575	46.5	287	42	14,764	
			FOBT_1_5070	63.2	303	68	22,472	
			0.90	FOBT_2_5565	48.7	126	21	16,777
				FOBT_2_5570	45.6	184	29	15,663
	FOBT_2_5575	46.5		287	34	11,863		
	FOBT_1_5070	63.2		303	60	19,723		
3	0.40	0.80		FOBT_2_5565	46.6	125	29	23,558
				FOBT_2_5570	43.4	181	37	20,600
			FOBT_2_5575	44.4	279	42	15,161	
			FOBT_1_5070	60.6	300	68	22,651	
			0.90	FOBT_2_5565	46.6	125	21	16,911
				FOBT_2_5570	43.4	181	29	15,992
	FOBT_2_5575	44.4		279	34	12,181		
	FOBT_1_5070	60.6		300	60	19,881		
	0.50	0.80		FOBT_2_5565	53.6	149	29	19,821
				FOBT_2_5570	50.4	213	37	17,442
			FOBT_2_5575	51.3	329	42	12,871	
			FOBT_1_5070	67.2	338	68	20,143	
0.90			FOBT_2_5565	53.6	149	21	14,228	
			FOBT_2_5570	50.4	213	29	13,541	
	FOBT_2_5575	51.3	329	34	10,341			
	FOBT_1_5070	67.2	338	60	17,680			

Table 21. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)
3	0.60	0.80	FOBT_2_5565	59.6	170	29	17,329
			FOBT_2_5570	56.6	243	37	15,336
			FOBT_2_5575	57.3	373	42	11,346
			FOBT_1_5070	72.3	368	68	18,475
			FOBT_2_5565	59.6	170	21	12,439
			FOBT_2_5570	56.6	243	29	11,905
			FOBT_2_5575	57.3	373	34	9,116
4	0.40	0.80	FOBT_2_5565	54.1	158	29	18,726
			FOBT_2_5570	50.8	223	37	16,676
			FOBT_2_5575	51.8	342	42	12,381
			FOBT_1_5070	67.4	353	68	19,281
			FOBT_2_5565	54.1	158	21	13,443
			FOBT_2_5570	50.8	223	29	12,946
			FOBT_2_5575	51.8	342	34	9,948
	0.50	0.80	FOBT_1_5070	67.4	353	60	16,923
			FOBT_2_5565	61.0	185	29	15,943
			FOBT_2_5570	58.0	260	37	14,326
			FOBT_2_5575	58.8	397	42	10,674
			FOBT_1_5070	73.3	391	68	17,425
			FOBT_2_5565	61.0	185	21	11,444
			FOBT_2_5570	58.0	260	29	11,121
0.60	0.80	FOBT_2_5575	58.8	397	34	8,576	
		FOBT_1_5070	73.3	391	60	15,294	
		FOBT_2_5565	66.7	209	29	14,098	
		FOBT_2_5570	64.0	291	37	12,767	
		FOBT_2_5575	64.6	444	42	9,537	
		FOBT_1_5070	77.9	420	68	16,193	
		FOBT_2_5565	66.7	209	21	10,120	
0.90	0.80	FOBT_2_5570	64.0	291	29	9,911	
		FOBT_2_5575	64.6	444	34	7,663	
		FOBT_1_5070	77.9	420	60	14,213	

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} FOBT_2_5565 means biennial fecal occult blood test (FOBT) for age 55 to 65, FOBT_2_5570 means biennial FOBT for age 55 to 70, FOBT_2_5575 means biennial FOBT for age 55 to 75, and FOBT_1_5070 means annual FOBT for age 50 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

Table 22. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female colorectal cancer using fecal occult blood test

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE (1,000 won)
2	0.40	0.80	FOBT_2_5565	36.6	49	29	60,439
			FOBT_2_5570	33.5	73	37	51,316
			FOBT_2_5575	34.4	112	42	37,875
			FOBT_1_5070	50.6	133	68	51,238
	0.90	0.80	FOBT_2_5565	36.6	49	21	43,385
			FOBT_2_5570	33.5	73	29	39,837
			FOBT_2_5575	34.4	112	34	30,431
			FOBT_1_5070	50.6	133	60	44,971
	0.50	0.80	FOBT_2_5565	43.2	59	29	50,075
			FOBT_2_5570	39.9	87	37	42,568
			FOBT_2_5575	40.8	134	42	31,506
			FOBT_1_5070	57.6	153	68	44,473
	0.90	0.80	FOBT_2_5565	43.2	59	21	35,946
			FOBT_2_5570	39.9	87	29	33,046
			FOBT_2_5575	40.8	134	34	25,314
			FOBT_1_5070	57.6	153	60	39,034
	0.60	0.80	FOBT_2_5565	49.1	68	29	43,120
			FOBT_2_5570	45.8	101	37	36,763
			FOBT_2_5575	46.6	155	42	27,266
			FOBT_1_5070	63.4	170	68	39,979
	0.90	0.80	FOBT_2_5565	49.1	68	21	30,953
			FOBT_2_5570	45.8	101	29	28,540
			FOBT_2_5575	46.6	155	34	21,907
			FOBT_1_5070	63.4	170	60	35,089
3	0.40	0.80	FOBT_2_5565	47.0	68	29	43,501
			FOBT_2_5570	43.6	99	37	37,542
			FOBT_2_5575	44.5	151	42	28,042
			FOBT_1_5070	60.8	169	68	40,287
	0.90	0.80	FOBT_2_5565	47.0	68	21	31,227
			FOBT_2_5570	43.6	99	29	29,144
			FOBT_2_5575	44.5	151	34	22,531
			FOBT_1_5070	60.8	169	60	35,359
	0.50	0.80	FOBT_2_5565	54.0	81	29	36,593
			FOBT_2_5570	50.7	117	37	31,744
			FOBT_2_5575	51.4	178	42	23,816
			FOBT_1_5070	67.3	190	68	35,813
0.90	0.80	FOBT_2_5565	54.0	81	21	26,268	
		FOBT_2_5570	50.7	117	29	24,643	
		FOBT_2_5575	51.4	178	34	19,135	
		FOBT_1_5070	67.3	190	60	31,433	

Table 22. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)
3	0.60	0.80	FOBT_2_5565	60.0	92	29	32,024
			FOBT_2_5570	56.8	133	37	27,910
			FOBT_2_5575	57.5	202	42	21,004
	0.90	0.80	FOBT_1_5070	72.5	207	68	32,840
			FOBT_2_5565	60.0	92	21	22,988
			FOBT_2_5570	56.8	133	29	21,667
			FOBT_2_5575	57.5	202	34	16,876
4	0.40	0.80	FOBT_1_5070	72.5	207	60	28,823
			FOBT_2_5565	54.5	85	29	34,577
			FOBT_2_5570	51.1	123	37	30,346
	0.90	0.80	FOBT_2_5575	51.9	185	42	22,938
			FOBT_1_5070	67.5	198	68	34,296
			FOBT_2_5565	54.5	85	21	24,821
			FOBT_2_5570	51.1	123	29	23,558
0.50	0.80	0.80	FOBT_2_5575	51.9	185	34	18,430
			FOBT_1_5070	67.5	198	60	30,102
			FOBT_2_5565	61.5	100	29	29,494
	0.90	0.80	FOBT_2_5570	58.3	143	37	26,053
			FOBT_2_5575	58.9	214	42	19,787
			FOBT_1_5070	73.5	220	68	30,985
			FOBT_2_5565	61.5	100	21	21,172
0.60	0.80	0.80	FOBT_2_5570	58.3	143	29	20,225
			FOBT_2_5575	58.9	214	34	15,898
			FOBT_1_5070	73.5	220	60	27,196
	0.90	0.80	FOBT_2_5565	67.3	113	29	26,101
			FOBT_2_5570	64.3	160	37	23,195
			FOBT_2_5575	64.7	239	42	17,695
			FOBT_1_5070	78.1	237	68	28,771
0.90	0.80	FOBT_2_5565	67.3	113	21	18,736	
		FOBT_2_5570	64.3	160	29	18,006	
		FOBT_2_5575	64.7	239	34	14,217	
			FOBT_1_5070	78.1	237	60	25,252

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} FOBT_2_5565 means biennial fecal occult blood test (FOBT) for age 55 to 65, FOBT_2_5570 means biennial FOBT for age 55 to 70, FOBT_2_5575 means biennial FOBT for age 55 to 75, and FOBT_1_5070 means annual FOBT for age 50 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

Table 23과 24는 대장내시경 검사를 이용한 우리나라 남녀의 대장암 검진전략들에 대한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 높은 것으로 고려된 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565) 및 55세부터 75세까지 10년 주기(COL_10_5575) 검진전략과 현재 우리나라 대장암 검진 권고안을 반영한 50세부터 70세까지 10년 주기(COL_10_5070) 검진전략에 대해 대장암의 평균체재시간과 대장내시경 검사의 민감도와 특이도 변화에 따른 민감도 분석을 시행한 결과이다.

모든 검진전략에서 평균체재시간이 길수록, 대장내시경 검사의 민감도와 특이도가 증가할수록 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성은 증가되었고, 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 감소하였다.

또한 비용-효과 분석에서 효율성이 가장 높은 것으로 고려된 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565) 검진전략은 평균체재시간과 대변잠혈반응검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 검진의 민감도가 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적게 나타났다.

이에 비해 우리나라 대장암 검진 권고안을 반영한 50세부터 70세까지 10년 주기(COL_10_5070) 검진전략은 모든 경우에서 검진의 민감도와 비용-효과가 가장 낮았다.

Table 23. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for male colorectal cancer using colonoscopy

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies ^a	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
2	0.90	0.90	COL_10_5565	27.9	76	59	77,738
			COL_10_5575	23.0	146	115	78,975
			COL_10_5070	21.3	104	115	110,885
	0.99		COL_10_5565	27.9	76	56	74,519
			COL_10_5575	23.0	146	113	77,301
			COL_10_5070	21.3	104	113	108,535
	0.95	0.90	COL_10_5565	29.1	80	59	73,652
			COL_10_5575	24.2	154	115	74,813
			COL_10_5070	22.4	109	115	105,108
		0.99	COL_10_5565	29.1	80	56	70,602
			COL_10_5575	24.2	154	113	73,228
			COL_10_5070	22.4	109	113	102,880
	0.97	0.90	COL_10_5565	29.6	82	59	72,118
			COL_10_5575	24.6	157	115	73,287
			COL_10_5070	22.8	112	115	102,944
		0.99	COL_10_5565	29.6	82	56	69,131
			COL_10_5575	24.6	157	113	71,734
			COL_10_5070	22.8	112	113	100,762
3	0.90	0.90	COL_10_5565	38.5	116	59	50,819
			COL_10_5575	32.9	220	115	52,172
			COL_10_5070	30.0	155	115	74,282
			COL_10_5565	38.5	116	56	48,714
			COL_10_5575	32.9	220	113	51,067
			COL_10_5070	30.0	155	113	72,707
	0.95	0.90	COL_10_5565	40.0	122	59	48,157
			COL_10_5575	34.1	233	115	49,457
			COL_10_5070	31.9	163	115	70,458
		0.99	COL_10_5565	40.0	122	56	46,163
			COL_10_5575	34.1	233	113	48,409
			COL_10_5070	31.9	163	113	68,965

Table 23. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)			
3	0.97	0.90	COL_10_5565	40.6	125	59	47,192			
			COL_10_5575	35.0	237	115	48,457			
			COL_10_5070	31.9	167	115	69,020			
	0.99	0.90	COL_10_5565	40.6	125	56	45,237			
			COL_10_5575	35.0	237	113	47,430			
			COL_10_5070	31.9	167	113	67,558			
4	0.90	0.90	COL_10_5565	46.8	155	59	37,966			
			COL_10_5575	41.2	292	115	39,433			
			COL_10_5070	37.3	203	115	56,700			
			0.99	COL_10_5565	46.8	155	56	36,394		
			COL_10_5575	41.2	292	113	38,598			
			COL_10_5070	37.3	203	113	55,498			
	0.95	0.90	0.90	COL_10_5565	48.5	163	59	36,015		
				COL_10_5575	42.9	307	115	37,443		
				COL_10_5070	38.9	214	115	53,808		
		0.99	0.90	COL_10_5565	48.5	163	56	34,523		
				COL_10_5575	42.9	307	113	36,650		
				COL_10_5070	38.9	214	113	52,668		
				0.97	0.90	COL_10_5565	49.1	167	59	35,302
						COL_10_5575	43.6	313	115	36,702
						COL_10_5070	39.5	218	115	52,747
0.99	0.90	COL_10_5565	49.1	167	56	33,840				
		COL_10_5575	43.6	313	113	35,924				
		COL_10_5070	39.5	218	113	51,629				

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} COL_10_5565 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 65, COL_10_5575 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 75, and COL_10_5070 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

Table 24. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female colorectal cancer using colonoscopy

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE (1,000 won)	
2	0.90	0.90	COL_10_5565	28.9	42	59	139,781	
			COL_10_5575	23.1	79	115	146,109	
			COL_10_5070	22.1	60	115	191,010	
	0.99	0.99	COL_10_5565	28.9	42	56	133,992	
			COL_10_5575	23.1	79	113	143,012	
			COL_10_5070	22.1	60	113	186,961	
	0.95	0.90	COL_10_5565	30.2	45	59	132,243	
			COL_10_5575	24.2	83	115	138,373	
			COL_10_5070	23.1	64	115	181,083	
		0.99	0.99	COL_10_5565	30.2	45	56	126,766
				COL_10_5575	24.2	83	113	135,440
				COL_10_5070	23.1	64	113	177,245
	0.97	0.90	COL_10_5565	30.7	45	59	129,621	
			COL_10_5575	24.7	85	115	135,439	
			COL_10_5070	23.6	65	115	177,177	
		0.99	0.99	COL_10_5565	30.7	45	56	124,253
				COL_10_5575	24.7	85	113	132,569
				COL_10_5070	23.6	65	113	173,422
3	0.90	0.90	COL_10_5565	40.0	65	59	91,237	
			COL_10_5575	33.0	119	115	96,791	
			COL_10_5070	30.9	89	115	128,622	
			COL_10_5565	40.0	65	56	87,459	
			COL_10_5575	33.0	119	113	94,740	
			COL_10_5070	30.9	89	113	125,896	
	0.95	0.90	COL_10_5565	41.6	68	59	86,414	
			COL_10_5575	34.5	125	115	91,770	
			COL_10_5070	32.3	94	115	121,938	
		0.99	0.99	COL_10_5565	41.6	68	56	82,835
				COL_10_5575	34.5	125	113	89,825
				COL_10_5070	32.3	94	113	119,354

Table 24. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)		
3	0.97	0.90	COL_10_5565	42.2	70	59	84,673		
			COL_10_5575	35.1	128	115	89,905		
			COL_10_5070	32.8	96	115	119,406		
	0.99	0.90	COL_10_5565	42.2	70	56	81,167		
			COL_10_5575	35.1	128	113	87,999		
			COL_10_5070	32.8	96	113	116,875		
4	0.90	0.90	COL_10_5565	48.8	86	59	68,111		
			COL_10_5575	41.3	157	115	73,287		
			COL_10_5070	38.1	117	115	98,617		
			0.99	COL_10_5565	48.8	86	56	65,290	
				COL_10_5575	41.3	157	113	71,734	
				COL_10_5070	38.1	117	113	96,527	
	0.95	0.90	COL_10_5565	50.5	91	59	64,597		
			COL_10_5575	43.1	165	115	69,563		
			COL_10_5070	39.7	123	115	93,562		
		0.99	COL_10_5565	50.5	91	56	61,922		
			COL_10_5575	43.1	165	113	68,089		
			COL_10_5070	39.7	123	113	91,579		
			0.97	0.90	COL_10_5565	51.2	93	59	63,277
					COL_10_5575	43.8	169	115	68,202
					COL_10_5070	40.4	125	115	91,697
0.99	0.90	COL_10_5565	51.2	93	56	60,657			
		COL_10_5575	43.8	169	113	66,756			
		COL_10_5070	40.4	125	113	89,753			

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} COL_10_5565 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 65, COL_10_5575 means colonoscopy screening every 10 years for age 55 to 75, and COL_10_5070 means colonoscopy screening every 10 years for age 50 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

3.2.3 유방암

Table 25는 유방촬영술 검사를 이용한 우리나라 여성의 유방암 검진전략들에 대한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 높은 것으로 고려된 45세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4565), 40세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4065) 및 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3565) 검진전략과 현재 우리나라 유방암 검진 권고안을 반영한 40세부터 70세까지 2년 주기(M_2_4070) 검진전략에 대해 유방암의 평균체제시간과 유방촬영술 검사의 민감도와 특이도 변화에 따른 민감도 분석을 시행한 결과이다.

모든 검진전략에서 평균체제시간이 길수록, 유방촬영술 검사의 민감도와 특이도가 증가할수록 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 유방암을 발견할 가능성은 증가되었고, 무증상 상태에 있는 유방암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가 비용은 감소하였다.

또한 비용-효과 분석에서 효율성이 상대적으로 높은 것으로 고려된 45세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4565), 40세부터 65세까지 3년 주기(M_3_4065) 및 35세부터 65세까지 3년 주기(M_3_3565) 검진전략은 평균체제시간과 유방촬영술 검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 유방암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용의 차이가 적어 비용-효과가 비슷하였다.

한편 우리나라 유방암 검진 권고안을 바탕으로 한 40세부터 70세까지 2년 주기(M_2_4070) 검진전략의 경우 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 유방암을 발견할 가능성은 높았으나, 검진 횟수에 따른 비용의 증가로 인해 비용-효과는 상대적으로 낮게 나타났다.

Table 25. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female breast cancer

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies ^a	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)		
3	0.70	0.90	M_3_4565	53.1	163	161	98,836		
			M_3_4065	51.7	196	202	103,061		
			M_3_3565	51.3	220	223	101,390		
			M_2_4070	62.2	260	325	125,116		
			M_3_4565	53.1	163	152	93,302		
			M_3_4065	51.7	196	193	98,458		
		M_3_3565	51.3	220	214	97,278			
		M_2_4070	62.2	260	316	121,639			
		0.80	0.90	M_3_4565	58.3	180	161	89,706	
				M_3_4065	56.7	216	202	93,609	
				M_3_3565	56.1	242	223	92,116	
				M_2_4070	66.9	280	325	115,918	
	0.95			M_3_4565	58.3	180	152	84,683	
				M_3_4065	56.7	216	193	89,428	
		M_3_3565	56.1	242	214	88,380			
	0.90	0.90	M_2_4070	66.9	280	316	112,697		
			M_3_4565	63.1	195	161	82,625		
			M_3_4065	61.3	234	202	86,258		
			M_3_3565	60.6	262	223	84,944		
			M_2_4070	71.2	299	325	108,739		
			0.95	M_3_4565	63.1	195	152	77,999	
		M_3_4065		61.3	234	193	82,405		
		M_3_3565		60.6	262	214	81,498		
		M_2_4070		71.2	299	316	105,717		
4		0.70		0.90	M_3_4565	61.3	194	161	83,180
					M_3_4065	59.5	231	202	87,452
			M_3_3565		59.0	257	223	86,462	
	M_2_4070		69.3		294	325	110,514		
	0.95		M_3_4565		61.3	194	152	78,522	
			M_3_4065		59.5	231	193	83,547	
		M_3_3565	59.0	257	214	82,955			
	0.80	0.90	M_2_4070	69.3	294	316	107,443		
			M_3_4565	66.5	211	161	76,435		
			M_3_4065	64.4	251	202	80,423		
			M_3_3565	63.8	280	223	79,568		
			M_2_4070	73.7	313	325	103,638		
0.95			M_3_4565	66.5	211	152	72,156		
	M_3_4065	64.4	251	193	76,831				
	M_3_3565	63.8	280	214	76,341				
	M_2_4070	73.7	313	316	100,758				

Table 25. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)		
4	0.90	0.90	M_3_4565	71.1	226	161	71,202		
			M_3_4065	68.8	270	202	74,991		
			M_3_3565	68.1	300	223	74,209		
			M_2_4070	77.5	330	325	98,306		
	0.95	M_3_4565	71.1	226	152	67,216			
		M_3_4065	68.8	270	193	71,642			
		M_3_3565	68.1	300	214	71,199			
		M_2_4070	77.5	330	316	95,574			
5	0.70	0.90	M_3_4565	67.4	219	161	73,508		
			M_3_4065	65.3	259	202	77,911		
			M_3_3565	64.6	288	223	77,409		
			M_2_4070	74.3	320	325	101,437		
			0.95	M_3_4565	67.4	219	152	69,392	
				M_3_4065	65.3	259	193	74,432	
				M_3_3565	64.6	288	214	74,270	
				M_2_4070	74.3	320	316	98,618	
	0.80	0.90	M_3_4565	72.3	236	161	68,190		
			M_3_4065	70.0	279	202	72,360		
			M_3_3565	69.2	309	223	71,930		
			M_2_4070	78.3	338	325	95,982		
		0.95	M_3_4565	72.3	236	152	64,372		
			M_3_4065	70.0	279	193	69,129		
			M_3_3565	69.2	309	214	69,013		
			M_2_4070	78.3	338	316	93,314		
			0.90	0.90	M_3_4565	76.6	252	161	64,096
					M_3_4065	74.1	297	202	68,071
					M_3_3565	73.2	329	223	67,707
					M_2_4070	81.7	354	325	91,726
0.95	M_3_4565	76.6		252	152	60,507			
	M_3_4065	74.1		297	193	65,031			
	M_3_3565	73.2		329	214	64,961			
	M_2_4070	81.7		354	316	89,177			

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} M_3_4565 means mammography screening every 3 years for age 45 to 65, M_3_4065 means mammography screening every 3 years for age 40 to 65, M_3_3565 means mammography screening every 3 years for age 35 to 65, and M_2_4070 means mammography screening every 2 years for age 40 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

3.2.4 자궁경부암

Table 26은 자궁경부세포검사를 이용한 우리나라 여성의 자궁경부암 검진전략들에 대한 비용-효과 분석에서 상대적으로 효율성이 높은 것으로 고려된 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565), 35세부터 70세까지 3년 주기(Pap_3_3570), 35세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3575) 및 30세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3075) 검진전략과 현재 우리나라 자궁경부암 검진 권고안을 반영한 30세부터 70세까지 2년 주기(Pap_2_3070) 검진전략에 대해 자궁경부암의 평균체재시간과 자궁경부세포검사의 민감도와 특이도 변화에 따른 민감도 분석을 시행한 결과이다.

모든 검진전략에서 평균체재시간이 길수록, 자궁경부세포검사의 민감도와 특이도가 증가할수록 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 자궁경부암을 발견할 가능성은 증가되었고, 무증상 상태에 있는 자궁경부암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 감소하였다.

또한 비용-효과 분석에서 효율성이 상대적으로 높은 것으로 고려된 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565), 35세부터 70세까지 3년 주기(Pap_3_3570), 35세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3575) 및 30세부터 75세까지 3년 주기(Pap_3_3075) 검진전략은 평균체재시간과 자궁경부세포검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 자궁경부암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용의 차이가 적어 비용-효과가 비슷하였다.

한편 우리나라 자궁경부암 검진 권고안을 바탕으로 한 30세부터 70세까지 2년 주기(Pap_2_3070) 검진전략의 경우 검진의 민감도와 무증상 상태에 있는 자궁경부암을 발견할 가능성은 높았으나, 검진 횟수에 따른 비용의 증가로 인해 비용-효과는 상대적으로 낮게 나타났다.

Table 26. Sensitivity analysis of recommended screening strategies for female cervical cancer

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies ^a	SS(%)	DP ($\times 100,000$)	Cost (1,000 won)	ACE** (1,000 won)
4	0.50	0.90	Pap_3_3565	47.8	103	58	56,762
			Pap_3_3570	46.3	115	76	65,883
			Pap_3_3575	46.8	136	87	63,929
			Pap_3_3075	47.1	144	93	64,439
			Pap_2_3070	57.6	156	121	77,824
			Pap_3_3565	47.8	103	53	51,376
	0.98	0.90	Pap_3_3570	46.3	115	70	61,051
			Pap_3_3575	46.8	136	81	59,857
			Pap_3_3075	47.1	144	87	60,588
			Pap_2_3070	57.6	156	116	74,269
			Pap_3_3565	53.8	117	58	49,879
			Pap_3_3570	52.2	131	76	57,907
	0.60	0.90	Pap_3_3575	52.8	155	87	56,243
			Pap_3_3075	53.0	164	93	56,714
			Pap_2_3070	63.4	173	121	69,970
			Pap_3_3565	53.8	117	53	45,146
			Pap_3_3570	52.2	131	70	53,659
			Pap_3_3575	52.8	155	81	52,660
	0.98	0.90	Pap_3_3075	53.0	164	87	53,325
			Pap_2_3070	63.4	173	116	66,774
			Pap_3_3565	59.1	130	58	44,964
			Pap_3_3570	57.6	145	76	52,152
			Pap_3_3575	58.2	171	87	50,763
			Pap_3_3075	58.3	181	93	51,203
0.70	0.90	Pap_2_3070	68.3	188	121	64,399	
		Pap_3_3565	59.1	130	53	40,697	
		Pap_3_3570	57.6	145	70	48,327	
		Pap_3_3575	58.2	171	81	47,530	
		Pap_3_3075	58.3	181	87	48,142	
		Pap_2_3070	68.3	188	116	61,457	

Table 26. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)
5	0.50	0.90	Pap_3_3565	53.6	118	58	49,331
			Pap_3_3570	51.9	132	76	57,248
			Pap_3_3575	52.6	156	87	55,774
			Pap_3_3075	52.8	165	93	56,301
			Pap_2_3070	63.1	176	121	69,015
			Pap_3_3565	53.6	118	53	44,650
	0.60	0.90	Pap_3_3570	51.9	132	70	53,050
			Pap_3_3575	52.6	156	81	52,222
			Pap_3_3075	52.8	165	87	52,936
			Pap_2_3070	63.1	176	116	65,862
			Pap_3_3565	59.5	133	58	43,850
			Pap_3_3570	58.0	149	76	50,853
	0.60	0.90	Pap_3_3575	58.6	175	87	49,634
			Pap_3_3075	58.8	185	93	50,150
			Pap_2_3070	68.7	193	121	62,767
			Pap_3_3565	59.5	133	53	39,689
			Pap_3_3570	58.0	149	70	47,124
			Pap_3_3575	58.6	175	81	46,472
	0.70	0.90	Pap_3_3075	58.8	185	87	47,153
			Pap_2_3070	68.7	193	116	59,899
			Pap_3_3565	64.7	146	58	39,951
			Pap_3_3570	63.3	163	76	46,247
			Pap_3_3575	63.9	192	87	45,270
			Pap_3_3075	63.9	203	93	45,769
0.70	0.90	Pap_2_3070	73.3	208	121	58,275	
		Pap_3_3565	64.7	146	53	36,160	
		Pap_3_3570	63.3	163	70	42,855	
		Pap_3_3575	63.9	192	81	42,386	
		Pap_3_3075	63.9	203	87	43,033	
		Pap_2_3070	73.3	208	116	55,613	

Table 26. (continued)

MST (years)	Sensitivity	Specificity	Strategies [*]	SS(%)	DP (×100,000)	Cost (1,000 won)	ACE ^{**} (1,000 won)		
6	0.50	0.90	Pap_3_3565	58.2	132	58	44,215		
			Pap_3_3570	56.6	147	76	51,302		
			Pap_3_3575	57.3	173	87	50,178		
			Pap_3_3075	57.5	183	93	50,782		
			Pap_2_3070	67.4	193	121	62,832		
			Pap_3_3565	58.2	132	53	40,019		
		0.98	Pap_3_3570	56.6	147	70	47,539		
			Pap_3_3575	57.3	173	81	46,981		
			Pap_3_3075	57.5	183	87	47,747		
			Pap_2_3070	67.4	193	116	59,961		
			0.60	0.90	Pap_3_3565	64.0	147	58	39,706
					Pap_3_3570	62.6	164	76	45,966
	Pap_3_3575	63.2			193	87	45,105		
	0.98	Pap_3_3075		63.3	203	93	45,679		
		Pap_2_3070		72.6	211	121	57,611		
		Pap_3_3565		64.0	147	53	35,939		
	0.70	0.90	Pap_3_3570	62.6	164	70	42,595		
			Pap_3_3575	63.2	193	81	42,232		
			Pap_3_3075	63.3	203	87	42,949		
			Pap_2_3070	72.6	211	116	54,979		
			Pap_3_3565	69.0	160	58	36,482		
			Pap_3_3570	67.6	179	76	42,146		
		0.98	Pap_3_3575	68.2	210	87	41,472		
			Pap_3_3075	68.2	221	93	42,034		
Pap_2_3070			76.9	225	121	53,876			
Pap_3_3565			69.0	160	53	33,020			
Pap_3_3570			67.6	179	70	39,055			
Pap_3_3575			68.2	210	81	38,830			
0.98	Pap_3_3075	68.2	221	87	39,522				
	Pap_2_3070	76.9	225	116	51,415				

MST: mean sojourn time, SS: schedule sensitivity, DP: detection probability

^{*} Pap_3_3565 means every 3 years pap smear test for age 35 to 65, Pap_3_3570 means every 3 years pap smear test for age 35 to 70, Pap_3_3575 means every 3 years pap smear test for age 35 to 75, Pap_3_3075 means every 3 years pap smear test for age 30 to 75, and Pap_2_3070 means every 2 years pap smear test for age 30 to 70

^{**} ACE(Additional cost per case found) = Cost / Detection probability

제 4 장 고 찰

본 연구에서는 우리나라 5대암 조기검진 프로그램 중 간암을 제외한 위암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암 검진 권고안을 바탕으로 검진주기와 검진연령을 변화시키면서 다양한 검진전략을 선정한 후 비용-효과적 측면에서 상대적으로 효율성이 높은 전략을 제안하고, 민감도 분석을 통하여 제안된 검진전략의 안정성을 평가하였다.

위암은 발생률이 감소되는 추세이지만 전세계적으로 폐암, 유방암, 대장암 다음으로 많이 발생하는 암이며, 암 사망률은 폐암에 이어 두 번째로 높다(Parkin 등, 2005). 그러나 조기위암의 5년 생존율은 90% 이상으로 조기에 암을 발견하면 완치의 가능성이 높기 때문에 적극적인 검진이 매우 중요하다. 지난 1960년대부터 위암검진을 실시하고 있는 일본에서는 검진에서 발견된 위암의 경우 증상이 있어 진단된 경우에 비하여 조기위암의 비율이 높고(Tsubono와 Hisamichi, 2000), 위암 검진으로 인해 위암 사망률이 유의하게 감소된 것으로 보고되었다(Miyamoto 등, 2007).

위암 검진방법으로는 일본의 경우 이동 차량에 방사선검사 기계를 장착하여 지역사회를 돌아다니면서 촬영을 하는 간접촬영이 시행되고 있으며, 이 방법의 민감도와 특이도는 각각 70~90% 및 80~90%로 보고되었다(Tsubono와 Hisamichi, 2000). 우리나라에서는 위장조영술 또는 위내시경을 이용한 위암검진을 권고하고 있다. Kubota 등(2000)은 위장조영술과 위내시경을 이용한 위암검진에서 위내시경 검사에서 발견된 암의 크기가 위장조영술에서 발견된 것보다 더 작고, 점막암의 비율이 더 높기 때문에 위암의 검진은 위내시경 검사가 더 효과적이라고 하였으며, Tashiro 등(2006)은 위내시경 검사와 위장조영술 및 간접촬영을 이용한 위암 검진에서 위내시경 검사에 의한 위암 발견율이 가장 높았으며, 비용-효과 측면에

서도 가장 좋은 방법이라고 보고하였다. 우리나라에서는 40세 이상의 성인을 대상으로 2년 주기의 위내시경 또는 위장조영술을 이용한 위암 검진을 권고하고 있다.

본 연구 결과 위내시경 검사를 이용한 위암 검진전략들 중 45세부터 75세까지 3년 주기(Endo_3_4575)의 검진전략이 비용-효과 측면에서 효율성이 가장 높은 것으로 나타났고, 평균체재시간과 위내시경 검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 위암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 위암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적었다. 또한 검진 주기를 3년으로 계획한 전략들이 2년 주기의 전략에 비해 비용-효과비가 높았으며, 검진 시작연령도 40세보다는 45세인 경우에 비용-효과비가 높았다. 한편 우리나라 위암 검진 권고안인 40세 이상 2년 주기의 검진전략은 검진 종료연령에 관계없이 모두 열등전략으로 분류되었고, 2년 주기의 검진전략 중에는 검진 시작연령을 각각 45세(Endo_2_4575) 및 35세(Endo_2_3575)로 고려한 전략만이 우월전략에 포함되어 비용-효과 증가비를 감당할 경우 고려할 수 있는 전략으로 나타났다(Table 4와 Table 8).

위암 조기검진을 위한 위내시경 검사간격에 관한 연구에서는 우리나라의 경우 위암의 진행도와 내시경 검사 시기는 서로 유의한 관계가 있어 3년 이내의 검진 간격이 적당한 것으로 보고하였고(Kim 등, 2000), 일본에서 시행된 환자-대조군 연구에서도 3년 간격의 위내시경 검사는 위암 사망률을 감소시킬 수 있는 것으로 추정하였다(Abe 등, 1995). 따라서 본 연구에서 제시된 위내시경 검사를 이용한 3년 주기의 위암 검진전략이 우리나라 위암 조기검진의 대안으로 제시될 수 있겠다.

대장암은 다른 종류의 암에 비해 암으로 인한 증상이 나타날 때까지 오랜 기간 무증상 상태로 지내는 경우가 많고, 조기에 발견할 경우 치유가 가능한 병변이 많기 때문에 조기검진의 효율성이 높다. 또한 이미 여러 연구에서 조기검진으로 인한 대장암 사망률의 감소가 보고되었다(Kronborg 등, 1996; Rudy와 Zdon, 2000).

대장암 조기검진에는 주로 대변잠혈반응검사와 에스결장경 검사가 사용되어

왔으며, 이 두 가지 검사에서 이상 소견이 있거나 대장암 고위험군에 해당되는 경우에는 대장내시경 검사를 시행하였다(Wagner 등, 1991; Winawer 등 1997). 최근에 대장암 조기검진의 한 방법으로 대장내시경 검사의 유용성이 계속 제기되고 있으며, 대장내시경 검사가 기존의 대변잠혈반응검사나 에스결장경 검사보다 비용-효과적으로 우수하다고 알려져 있다(Sonnenberg 등, 2000). 그러나 여러 가지 검사법들의 상대적인 비용-효과에 대해서는 논란의 소지가 많으며 각 나라의 상황에 따라 다르다. 우리나라에서는 50세 이상 성인들에 대해 매년 대변잠혈반응검사 후 이상 소견 발견시 대장내시경 검사를 실시하거나, 50세부터 매 5~10년마다 대장내시경 검사를 실시하도록 권고하고 있다.

본 연구 결과 대변잠혈반응검사를 이용한 대장암 검진전략들 중 55세부터 75세까지 2년 주기의 검진전략(FOBT_2_5575)이 비용-효과 측면에서 효율성이 가장 높은 것으로 나타났고, 평균체재시간과 대변잠혈반응검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적었다. 또한 검진 주기를 2년으로 계획한 전략들이 1년 주기의 전략에 비해 비용-효과비가 높았으며, 검진 시작연령도 50세보다는 55세인 경우에 비용-효과비가 높았다. 한편 우리나라 대장암 조기검진사업의 시행안을 바탕으로 한 50세 이상 매년 대변잠혈반응검사를 받는 전략은 검진연령을 50세부터 75세까지(FOBT_1_5075) 고려한 검진전략만이 우월전략에 포함되어 비용-효과 증가비를 감당할 경우 고려할 수 있는 전략으로 나타났을 뿐 다른 전략들의 비용-효과는 낮았다(Table 9와 Table 13).

대장내시경 검사를 이용한 대장암 검진전략들 중 55세부터 65세까지 10년 주기(COL_10_5565)의 검진전략이 비용-효과 측면에서 효율성이 가장 높은 것으로 나타났고, 평균체재시간과 대장내시경 검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 대장암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 대장암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적었다. 또한 검진 주기를 10년으로 계획한 전략들이 5년 주기의 전략에 비해 비용-효과비가 높았으며, 검진 시작연령도 50세보다는 55세인 경우에 비용-효과비가 높았다. 한편 우

리나라 대장암 검진 권고안인 50세 이상부터 5~10년 간격으로 대장내시경 검사를 받는 전략들 중에서는 50세부터 75세까지 5년 주기(COL_5_5075)의 검진전략만이 우월전략에 포함되어 비용-효과 증가비를 감당할 경우 고려할 수 있는 전략으로 나타났다. 다른 전략들의 비용-효과는 낮았다(Table 11과 Table 14).

현재 많은 국가에서 대변잠혈반응검사를 이용한 대장암 조기검진을 시행하고 있으며, 대장내시경을 이용한 검진전략은 미국의 경우 인력과 시설이 가능한 경우에 대장내시경에 의한 조기검진을 우선적 전략으로 간주하고 있다(Rex 등, 2000). 우리나라의 경우도 대장내시경을 할 수 있는 의료인력과 시설은 50세 이상의 성인을 대상으로 검진을 시행하기에 매우 부족한 실정이다(한동수, 2002). 특히 50세 이상의 인구는 2001년 20.3%에서 계속 증가하는 추세이기 때문에 현 의료체계에서 모든 대상인구에게 대장내시경을 시행하는 것은 불가능하다(박상민 등, 2004). 우리나라에서는 대변잠혈반응검사와 대장내시경 검사의 시술료 상대비가 1:17로 미국의 1:89보다는 낮지만(정승용, 2002), 검진비용면에서는 대장내시경 검사가 부담이 될 수 있다. 본 연구에서도 55세부터 65세까지의 대장암 검진전략 중 2년 주기의 대변잠혈반응검사(FOBT_2_5565)의 1인당 총 검진비용은 21,000원이고 1년 주기의 대변잠혈반응검사(FOBT_1_5565)의 1인당 총 검진비용은 34,000원이나, 10년 주기의 대장내시경검사(COL_10_5565)의 1인당 총 검진비용은 56,000원이기 때문에 비용-효과면에서는 대변잠혈반응검사의 효율성이 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 상대적 비용-효과비가 높고 비교적 쉽게 시행할 수 있는 대변잠혈반응검사가 우리나라 대장암 조기검진의 대안으로 고려될 수 있겠다.

유방암의 경우도 주기적인 검진은 암으로 인한 사망률을 감소시키며(Tabar 등, 1985), 암의 진행 병기에 따른 생존율의 차이가 유의한 것으로 보고되어(박효원 등, 1996), 검진을 통한 조기발견의 중요성이 매우 높다. 또한 유방암을 조기 발견하는 경우 유방의 보존이 가능하여 삶의 질을 높일 수 있기 때문에 조기검진의 효율성이 높은 질환 중의 하나이다(이나미와 권순만, 2000). 우리나라에서는 40세부터 2년 간격의 유방촬영술 검사를 이용한 유방암 검진을 권고하고 있다.

본 연구 결과 유방촬영술 검사를 이용한 유방암 검진전략들 중 35세부터 65세 까지 3년 주기(M_3_3565)의 검진전략이 비용-효과 측면에서 효율성이 가장 높은 것으로 나타났고, 평균체재시간과 유방촬영술 검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 유방암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 유방암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적었다. 또한 검진 주기를 3년으로 계획한 전략들이 2년 주기의 전략에 비해 비용-효과비가 높았으며, 검진 시작연령도 40세보다는 35세인 경우에 비용-효과비가 높았다. 한편 우리나라 유방암 검진 권고안인 40세 이상 2년 주기의 검진전략은 검진 종료연령에 관계없이 모두 열등전략으로 분류되었고, 2년 주기의 검진전략 중에는 35세부터 검진을 시작하여 검진 종료연령을 각각 65세(M_2_3565), 70세(M_2_3570) 및 75세(M_2_3575)로 고려한 검진전략이 우월전략에 포함되어 비용-효과 증가비를 감당할 경우 고려할 수 있는 전략으로 나타났다(Table 16).

유방암의 경우 발생률의 추세가 각 인종 및 국가간에 매우 다양하다. 서구 여성들에서는 연령이 증가할수록 발생률이 계속 증가하며 50대 이상의 연령층에서 발생률이 상대적으로 높기 때문에 영국을 비롯한 유럽국가에서는 50세 이상의 여성들을 대상으로 유방암 조기검진을 권고하고 있다. 그러나 우리나라 여성의 연령별 유방암 발생곡선은 20세 이전에는 극히 드물다가 35세 이후부터 급격히 증가하고 50대 이후에서 점차 감소하는 양상을 보이고 있기 때문에 유방암 조기검진 대상을 35세 이상의 젊은 연령층부터 실시하는 것이 타당하다는 연구도 있다(이마미와 권순만, 2000). 본 연구에서도 다양한 유방암 검진전략 중에서 검진 시작연령을 35세로 계획한 전략들의 비용-효과비가 상대적으로 높게 나타나 35세부터 3년 주기의 유방촬영술을 이용한 유방암 조기검진 전략이 우리나라 유방암 조기검진의 대안으로 제시될 수 있겠다.

자궁경부암은 지난 30년간 조기검진과 치료기술의 발달로 대부분의 선진국에서는 발생률이 꾸준히 감소하고 있지만 개발도상국에서는 큰 변화가 없거나 오히려 증가하는 경향을 나타내고 있다(Ferlay 등, 2004). 자궁경부암은 증상이 나타난

이후에 발견하면 사망률이 높지만 조기에 발견하면 완치가 가능하기 때문에 조기 검진의 효율성이 높다. 캐나다와 아이슬란드에서는 자궁경부세포검사를 이용한 자궁경부암 조기검진 프로그램을 실시하여 사망률을 50~60% 감소시켰으며, 비용-효과적인 측면에서 자궁경부암 조기검진의 효율성은 높은 것으로 보고되고 있다 (Phillips 등, 1992).

자궁경부암 검진에 사용되는 자궁경부세포검사는 검사방법이 비교적 간단하고 통증이 없으며 가격이 저렴하나, 위음성률이 30~50%로 이르는 단점이 있다. 따라서 질확대경 검사(colposcopy), 인유두종바이러스(HPV) 감염의 확인 및 자궁경부 촬영 사진(cervicography) 등이 보조적으로 이용되고 있으나, 이 방법들은 집단 검진방법으로는 적절하지 않은 것으로 보고되고 있다(Eddy, 1990). 우리나라에서는 30세 이상 여성들에 대해 2년 주기의 자궁경부세포검사를 이용한 자궁경부암 검진을 권고하고 있다.

본 연구 결과 자궁경부세포검사를 이용한 자궁경부암 검진전략들 중 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565)의 검진전략이 비용-효과 측면에서 효율성이 가장 높은 것으로 나타났고, 평균체재시간과 자궁경부세포검사의 민감도와 특이도 변화에 상관없이 모든 경우에서 무증상 상태에 있는 자궁경부암을 발견할 가능성이 가장 높았으며, 무증상 상태에 있는 자궁경부암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용은 가장 적었다. 그러나 우리나라의 연령별 자궁암 발생률을 살펴보면 발생자의 연령별 자궁경부암 발생률을 살펴보면 1998~2002년 자궁경부암 발생은 30세 이전에는 매우 드물게 발생하지만 이후 지속적으로 증가하여 70~74세에 가장 높은 발생률을 보이고 있으며, 1993~1997년 발생자에 비하여 70세 이전의 발생률은 감소하였으나 70세 이상에서는 증가하는 양상을 보였다(한국중앙암등록본부, 2005). 따라서 자궁경부암의 조기검진 연령을 70대까지 확장하는 것도 자궁경부암 조기검진의 효율성을 높일 수 있는 방안으로 고려될 수 있다. 이러한 발생률 패턴이 반영되어 본 연구에서도 자궁경부암 검진전략들 중 3년 주기의 검진에서 종료 연령을 70세(Pap_3_3570)와 75세(Pap_3_3575)로 고려한 전략도 효율성이 상대적으로 높은 것으로 나타난 35세부터 65세까지 3년 주기(Pap_3_3565)의 검진전략과 무

증상 상태에 있는 자궁경부암 환자 한 명을 발견하는데 소요되는 추가비용의 차이가 적어 비용-효과가 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 우리나라 자궁경부암 검진 권고인 30세 이상 2년 주기의 검진전략안은 30세부터 75세까지 2년 주기 (Pap_2_3075)의 검진전략만이 우월전략에 포함되어 비용-효과 증가비를 감당할 경우 고려할 수 있는 전략으로 나타났을 뿐 다른 전략들의 비용-효과는 낮았다 (Table 18).

암 조기검진사업의 주요 구성요소로는 검진방법, 검진대상 연령구간, 검진주기, 검진사업의 시행빈도 및 비정상 검사 결과에 대한 조치 등이 있다(이상일과 조미우, 2003). 또한 주요 암 조기검진에 대한 권고안이 제정된다 하더라도 많은 사람들이 정해진 간격에 따라 검진을 받지 않는다면 기대한 효과를 얻을 수 없다. 그렇기 때문에 암조기검진사업의 참여율 저하에 영향을 미치는 요인들에 대한 고찰도 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 다음과 같은 몇 가지의 제한점이 있다. 먼저 비용의 추정에서 각 검진전략을 수행하는데 투입되는 1인당 직접의료비용으로 검진비용과 검진에서 이상 소견 발견시 추가적으로 실시하는 확진검사비용만을 고려하였기 때문에 조기검진을 위한 교통비용과 시간비용, 대장암 치료와 관련되는 여러 간접비용을 고려하지 못하였다. 포괄적인 비용을 추정하기 위해서는 간접비용도 함께 고려해야 하지만 간접비용을 계상하기 위해서는 여러 가지 가정을 통한 비용추계가 필요하기 때문에 본 연구에서는 현재 이용 가능한 직접비용만을 포함시켰다. 건강보험이 실시되는 우리나라의 경우 보험공단에서 지급되는 실제 비용을 반영하였기 때문에 암 조기검진 프로그램의 효율성 평가에서 한정된 예산에서 의사결정에 대한 실질적인 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 둘째, 국내 역학자료의 미비로 인해 암 조기검진 프로그램의 효과와 비용을 추정하는데 사용된 각 암의 평균 체재시간, 검진방법의 민감도와 특이도 등과 같은 여러 변수들을 추정할 수 없어 외국의 연구결과를 참조하였다. 향후 우리나라 실정에 맞는 추정치를 계산하기 위한 임상자료를 확보하여 이를 바탕으로 우리나라 현실에 맞는 연구결과를 도출하기 위한 노력도 필요하리라 판단된다. 셋째, 본 연구는 분석에서는 암 조기검진 프로

그램의 순응도를 모두 100%로 가정하였고, 비용 및 효과에 대한 할인율(discount rate)을 고려하지 않았다. 현실에서는 검진방법에 따라서 순응도가 다를 수 있고, 우리나라 암조기검진 프로그램의 순응도는 매우 낮은 것으로 보고되고 있다. 각 검진방법에 대한 순응도가 다르다면 연구결과에 영향을 줄 수 있다. 이를 보정하기 위해서는 각 검진방법의 순응도에 대한 연구도 선행되어야 할 것이며, 이 결과를 토대로 할인율을 반영한 연구결과의 도출도 필요할 것으로 생각된다. 마지막으로 본 연구에서는 각 검진전략에 대한 기대효과를 무증상상태에 있는 암을 발견할 가능성을 추정하여 사용하였다. 그러나 검진의 효과는 검진 프로그램을 적용함으로써 검진 대상자가 얻을 수 있는 잠재적 이익을 포현할 수 있어야 한다. 따라서 비용-효과분석에서 주로 사용되는 기대여명이나 질보정생존년수 또는 장애보정생존년수 등을 고려한 모형을 포함하여 분석할 수 있을 것이다.

이와 같은 제한점에도 불구하고 본 연구는 우리나라 주요 암의 조기검진 권고안을 바탕으로 검진주기와 검진연령을 변화시키면서 다양한 검진전략을 선정된 후 각 암의 발생률 자료를 확률적 모형에 적용하여 비용-효과적 측면에서 상대적으로 효율성이 높은 전략을 제안하는 첫 시도라는 점에서 의의가 있다고 할 수 있으며, 지속적인 후속연구를 통하여 위에서 지적된 제한점을 해결해 나가야 하겠다.

제 5 장 결 론

우리나라에서는 매년 10만여명의 암환자가 발생하고 있으며, 암은 우리나라 사망원인 1위인 질병이다. 따라서 국가적인 차원에서 암으로 인한 사망을 줄이고, 암환자와 그 가족들의 삶의 질을 향상시키기 위하여 암 조기검진사업을 시행하고 있다. 본 연구에서는 우리나라 위암, 대장암, 유방암 및 자궁경부암 조기검진 권고안을 바탕으로 검진주기 및 검진연령 변화에 따른 다양한 검진전략들의 효율성을 검토하고 단계적 비용-효과분석을 통하여 비용-효과적인 대안을 찾아 제시하고자 하였다.

한국중앙암등록본부의 2002년 악성종양의 원발 부위에 따른 연령별, 성별분포자료와 통계청의 2002년 우리나라 연령별 추계인구자료를 이용하여 5세 단위의 연령별 암 발생률을 계산하고, 주어진 검진전략에서 확률론적 모형을 이용하여 검진전략의 검진의 민감도와 검진대상 집단 내에서 무증상 상태에 있는 암 환자를 발견할 확률을 계산하여 비용-효과 분석을 시행하고 민감도 분석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

비용-효과적인 측면에서 위암 조기검진의 경우는 위내시경 검사를 이용하여 45세부터 75세까지 3년 주기의 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았고, 대장암 조기검진에서는 대변잠혈반응검사를 이용할 경우는 55세부터 75세까지 2년 주기의 검진전략, 대장내시경 검사를 이용할 경우는 55세부터 65세까지 10년 주기의 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았으며, 대장내시경 검사보다 대변잠혈반응검사를 이용한 검진전략의 효율성이 더 높았다. 유방암 조기검진에서는 유방촬영술 검사를 이용한 35세부터 65세까지 3년 주기의 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았고, 자궁경부암 조기검진에서는 자궁경부세포검사를 이용한 35세부터 65세까지 3년 주기의 검진전략의 효율성이 상대적으로 높았다. 또한 민감도 분석을 통하여

제안된 검진전략들에 대한 안정성을 평가한 결과 각 검진전략의 효과와 비용을 추정하는데 사용된 모수의 변화에 상관없이 제안된 검진전략의 효율성이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

국가적인 차원에서 효율적인 암 조기검진 프로그램을 개발하기 위해서는 우리나라 암 발생률 자료에 근거하여 검진 시작연령과 종료연령 및 검진주기를 고려한 여러 전략들에 대한 비용-효과를 종합적으로 검토할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서 제시된 분석결과는 우리나라 주요 암 조기검진 프로그램의 효율성을 평가하는데 유용하게 활용될 수 있으며, 확률과정론에 근거한 접근방법은 새로운 조기검진 프로그램을 개발하고 평가하는데 있어 이론적으로 중요한 도구가 될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 곽민선, 성나영, 양정희, 박은철, 최귀선. 여성의 암 검진에 대한 지불의사. 예방의학회지 2006;39:205-212
- 국가암정보센터. 암의 검진. [cited 2008 March 28] Available from: URL:<http://www.cancer.go.kr/nciapps/user/index.jsp>
- 노주형, 이수종, 최준영, 이선녀, 신용경. 간세포암 선별검사의 주기에 따른 비용-효과 분석: 한국인에서의 B형 간염 바이러스 보균자를 대상으로. 가정의학회지 2002;23:1340-1347
- 박상민, 장윤정, 윤영호, 유태우, 허봉렬, 권순만. 대장암 선별검사의 비용-효과분석. 가정의학회지 2004;25:297-306
- 박효원, 강구정, 정기용, 김유사. 유방암 환자의 생존율. 외과학회지 1996;50:322-329
- 보건복지부. 2006년도 국가암관리사업 안내. 서울: 보건복지부; 2006
- 윤석준, 김용익, 김창엽, 장혜정. 우리나라 암질환으로 인한 조기사망의 질병부담. 예방의학회지 2000;33:231-238
- 이나미, 권순만. 유방암 선별검진의 비용-효과 분석. 보건경제연구 2000;6:143-171
- 이상일, 조민우. 우리나라 자궁경부암 조기발견 사업의 비용-효과 분석. 대한임상건강증진학회지 2003;3:18-26
- 정성화, 강대룡, 허남욱, 김진흠, 이순영, 정상혁, 남정모. 유방암 조기진단을 위한 검진주기 결정에 대한 연구. 대한예방의학회지 2006;39:346-352
- 정승용. 대장암 조기검진을 위한 권고안. 대한소화기내시경학회지 2002;24:317-320

- 통계청. Korea Statistical Information System(KOSIS), 통계DB검색, 연령별 추계인구. [cited 2008 March 28] Available from: URL:<http://kosis.nso.go.kr>
- 통계청. 2006년 사망원인통계. 대전: 통계청; 2007
- 한국중앙암등록본부. 한국중앙암등록사업 연례 보고서(2002.1~2002.12). 서울: 한국중앙암등록본부; 2003
- 한국중앙암등록본부. 암 발생 통계(1999~2002). 서울: 중앙암등록본부; 2005
- 한동수. 검진대상의 선정 및 검사간격. 대한소화기내시경학회지 2002;24:321-327
- 한동수, 박준용, 윤형관, 배상철. 한국인 대장암의 선별검사로서 대장내시경 검사의 비용-효과분석. 대한소화기내시경학회지 2004;28:1-8
- Abe Y, Mitsushima T, Nagatani K, Ikuma H, Minamihara Y. Epidemiological evaluation of the protective effect for dying of stomach cancer by screening programme for stomach cancer with applying a method of case-control study: a study of a efficient screening programme for stomach cancer. Jpn J Gastroenterol 1995;92:836-845 (In Japanese)
- Adami H, Hunter DJ, Trichopoulos D. A textbook of cancer epidemiology. New York: Oxford University Press; 2002
- Baker SG, Chu KC. Evaluating screening for the early detection and treatment of cancer without using a randomized control group. J Am Statist Assoc 1990;85:321-327
- Chen TH, Yen MF, Lai MS, Koong SL, Wang CY, Wong JM, et al. Evaluation of a selective screening for colorectal carcinoma: the Taiwan Multicenter Cancer Screening (TAMCAS) project. Cancer 1999;86:1116-1128

- Cokkinides V, Bandi P, Siegel R, Ward EM, Thun MJ. Cancer prevention & early detection facts & figures 2008. Atlanta: American Cancer Society; 2007
- Day NE, Walter SD, Tabar L. The sensitivity and lead time of breast cancer screening: a comparison of the results of different studies. In: Screening for breast cancer. Day NE, Miller AB, eds. Stuttgart: Hans Huber; 1984
- Department of Health and Aging, Australian Government. BrestScreen Australia Program. [cited 2008 March 28] Available from: URL:<http://www.cancerscreening.gov.au>
- DeVita VT, Rosenberg SA, Hellman S. Cancer: principles & practice of oncology. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Willkins Publishers; 1997
- Drummond MF. Methods for the economic evaluation of health care programs. New York: Oxford University Press; 1997
- Eddy DM. Screening for cervical cancer. *Ann Int Med* 1990;113:214-226
- Ferlay J, Bray F, Pisani P, Parkin DM. Globocan 2002: cancer incidence, mortality and prevalence worldwide. Lyon: IARC Press; 2004
- Frazier AL, Colditz GA, Fuchs CS, Kuntz KM. Cost-effectiveness of screening for colorectal cancer in the general population. *JAMA* 2000;284:1954-1961
- Fukao A, Tsubono Y, Tsuji I, Hisamichi S, Sugahara N, Takano A. The evaluation of screening for gastric cancer in Miyagi Prefecture, Japan: a population-based case-control study. *Int J Cancer* 1995;60:45-48
- Ioka A, Tsukuma H, Ajiki W, Oshima A. Influence of age on cervical cancer survival in Japan. *Jpn J Clin Oncol* 2005;35:464-469

- Jatoi I. Breast cancer screening. *Am J Surg* 1999;177:518-524
- Kerlikowske K. Efficacy of screening mammography among women aged 40 to 49 years and 50 to 69 years: comparison of relative and absolute benefit. *J Natl Cancer Inst Monogr* 1997;22:79-86
- Kim YS, Park HA, Kim BS, Yook JH, Lee MS. Efficacy of screening for gastric cancer in a Korean adult population: a case-control study. *J Korean Med Sci* 2000;15:510-515
- Kitahara F, Kobayashi K, Sato T, Kojima Y, Araki T, Fujino MA. Accuracy of screening for gastric cancer using serum pepsinogen concentrations. *Gut* 1999;44:693-697
- Kronborg O, Fenger C, Olsen J, Jorgensen OD, Sondergaard O. Randomised study of screening for colorectal cancer with faecal-occult-blood test. *Lancet* 1996;348:1467-1471
- Kubota H, Kotoh T, Masunaga R, Dhar DK, Shibakita M, Tachibana M, et al. Impact of screening survey of gastric cancer on clinicopathological features and survival: retrospective study at a single institution. *Surgery* 2000;128:41-47
- Larsson LG, Andersson I, Bjurstam N, Fagerberg G, Frisell J, Tabár L, et al. Updated overview of the Swedish Randomized Trials on Breast Cancer Screening with Mammography: age group 40-49 at randomization. *J Natl Cancer Inst Monogr* 1997;(22):57-610
- Lee SJ, Zelen M. Scheduling periodic examinations for early detection of disease: application to breast cancer. *J Am Statist Assoc* 1998;93:1271-1281

- Lee SY, Jeong SH, Kim J, Jung SH, Song KB, Nam CM. Scheduling mammography screening for the early detection of breast cancer in Korean women. *J Med Screen* 2007;14:205-209
- Miyamoto A, Kuriyama S, Nishino Y, Tsubono Y, Nakaya N, Ohmori K, et al. Lower risk of death from gastric cancer among participants of gastric cancer screening in Japan: a population-based cohort study. *Prev Med* 2007;44:12-19
- Morimoto T, Okazaki M, Endo T. Current status and goals of mammographic screening for breast cancer in Japan. *Breast Cancer* 2004;11:73-81
- National Cancer Institute. Surveillance, epidemiology, and end result program: age-specific rates for breast cancer. Bethesda: National Cancer Institute; 1994
- National Health Insurance Cooperation. Contracting medical price in national health insurance cooperation. Seoul: National Health Insurance Cooperation; 2007
- NHS Cancer Screening Programmes. NHS Bowel Cancer Programmes. [cited 2008 March 28] Available from: URL:<http://www.cancerscreening.nhs.uk>
- NHS Cancer Screening Programmes. NHS Breast Cancer Programmes. [cited 2008 March 28] Available from: URL:<http://www.cancerscreening.nhs.uk>
- NHS Cancer Screening Programmes. NHS Cervical Cancer Programmes. [cited 2008 March 28] Available from: URL:<http://www.cancerscreening.nhs.uk>
- Park SM, Yun YH, Kwon S. Feasible economic strategies to improve screening compliance for colorectal cancer in Korea. *World J Gastroenterol* 2005;11:1587-1193
- Parkin DM, Bray FI, Devesa SS. Cancer burden in the year 2000: the global picture. *Eur J Cancer* 2001;37:S4-S66

- Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. Global cancer statistics, 2002. *CA Cancer J Clin* 2005;55:74-108
- Parmigiani G. On optimal screening ages. *J Am Statist Assoc* 1993;88:622-628
- Parmigiani G. Timing medical examinations via intensity functions. *Biometrika* 1997;84:803-816
- Phillips M, Feachem RGA, Kolpan JP. The emerging agenda for adult health. In: *The health of adults in the developing world*. Murray CJL, Feachem RGA, Kjellstrom T, Over M, Phillips M, eds. Oxford: Oxford University Press; 1992
- Pisani P, Oliver WE, Parkin DM, Alvarez N, Vivas J. Case-control study of gastric cancer screening in Venezuela. *Br J Cancer* 1994;69:1102-1105
- Ransohoff DF, Sandler RS. Screening for colorectal cancer. *N Engl J Med* 2002;346:40-44
- Reid W. QALYs versus HYEs - What's right and what's wrong: a review of the Controversy. *J Health Econ* 1998;17:607-625
- Rex DK, Johnson DA, Lieberman DA, Burt RW, Sonnenberg A. Colorectal cancer prevention 2000: screening recommendations of the American College of Gastroenterology. *Am J Gastroenterol* 2000;95:868-877
- Rudy DR, Zdon MJ. Update on colorectal cancer. *Am Fam Physician* 2000;61:1759-1770
- Saito H. Colorectal cancer screening using immunochemical faecal occult blood testing in Japan. *J Med Screen* 2006;13:S6-S7

- Schiffman M, Castle PE, Jeronimo J, Rodriguez AC, Wacholder S. Human papillomavirus and cervical cancer. *Lancet* 2007;370:890-907
- Shapiro S, Coleman EA, Broeders M, Codd M, de Koning H, Fracheboud J, et al. Breast cancer screening programmes in 22 countries: current policies, administration and guidelines. *Int J Epidemiol* 1998;27:735-742
- Shin HR, Won YJ, Jung KW, Kong HJ, Yim SH, Lee JK, et al. Nationwide cancer incidence in Korea, 1999~2001: first result using the national cancer incidence database. *Cancer Res Treat* 2005;37:325-331
- Smith RA, Cokkinides V, Eyre HJ. American Cancer Society guidelines for the early detection of cancer, 2004. *CA Cancer J Clin* 2004;54:41-52
- Sonnenberg A, Delco F, Inadomi JM. Cost-effectiveness of colonoscopy in screening for colorectal cancer. *Ann Int Med* 2000;133:573-584
- Tabár L, Fagerberg CJ, Gad A, Baldetorp L, Holmberg LH, Grönroft O, et al. Reduction in mortality from breast cancer after mass screening with mammography: randomised trial from the Breast Cancer Screening Working Group of the Swedish National Board of Health and Welfare. *Lancet* 1985;1:829-832
- Tashiro A, Sano M, Kinameri K, Fujita K, Takeuchi Y. Comparing mass screening techniques for gastric cancer in Japan. *World J Gastroenterol* 2006;12:4873-4874
- Tsubono Y, Hisamichi S. Screening for gastric cancer in Japan. *Gastric Cancer* 2000;3:9-18.
- Tsuchiya A. QALYs and ageism: philosophical theories and age weighting. *Health Econ* 2000;9:57-68

- Tsukuma H, Oshima A, Narahara H, Morii T. Natural history of early gastric cancer: a non-concurrent, long term, follow up study. *Gut* 2000;47:618-621
- Wagner JL, Herdman RC, Wadhwa S. Cost effectiveness of colorectal cancer screening in the elderly. *Ann Intern Med* 1991;115:807-817
- Winawer SJ, Fletcher RH, Miller L, Godlee F, Stolar MH, Mulrow CD, et al. Colorectal cancer screening: clinical guidelines and rationale. *Gastroenterology* 1997;112:594-642
- Woo PP, Kim JJ, Leung GM. What is the most cost-effective population-based cancer screening program for Chinese women? *J Clin Oncol* 2007;25:617-624
- World Health Organization. National cancer control programmes: policies and managerial guidelines. Geneva: WHO; 2003
- Yoo KY, Kang D, Park SK, Kim SU, Shin A, Yoon H, et al. Epidemiology of breast cancer in Korea: occurrence, high-risk groups, and prevention. *J Korean Med Sci* 2002;17:1-6
- Yoon SJ, Lee H, Shin Y, Kim YI, Kim CY, Chang H. Estimation of the burden of major cancers in Korea. *J Korean Med Sci* 2002;17:604-610
- Zelen M. Optimal scheduling of examinations for the early detection of disease. *Biometrika* 1993;80:279-293
- Zelen M, Feinleib M. On the theory of screening for chronic disease. *Biometrika* 1969;56:601-614

ABSTRACT

Development of Cancer Screening Strategies in Korea : Based on Stochastic Process

Jeong, Seong Hwa

Dept. of Public Health

The Graduate School

Yonsei University

(Directed by Professor Chung Mo Nam, Ph.D.)

The purpose of this study was to investigate the most cost-effectiveness screening strategies for gastric cancer, colorectal cancer, breast cancer and cervical cancer in Korea.

We calculated the age-specific cancer incidence rate from Korea Central Cancer Registry(2003), and then estimated the schedule sensitivity, detection probability, and screening and confirmative costs of each screening strategy based on the stochastic process(Lee and Zelen, 1998). The efficiency of the screening strategy was evaluated by incremental cost-effectiveness analysis and sensitivity analysis.

The most effective strategy for gastric cancer was endoscopy every 3 years between the age of 45 and 75 years. In the screening for colorectal cancer, the most effective strategies was biennial fecal occult blood testing from age 55 to 75 years, and colonoscopy every 10 years was also cost-effectives strategy among ages 55 to 65 years. Mammography screening every 3 years from age

35 to 65 years was the most cost-effectiveness strategy for female breast cancer screening. The most effective strategies was every 3 years pap smear test between the age of 35 and 65 years in the cervical cancer screening.

The findings of this study will be helpful to evaluate efficiency of cancer screening strategies, and to provide the theoretical background of development and assessment of early detection of cancer in Korea.

Key words : Gastric cancer, Colorectal cancer, Breast cancer, Cervical cancer,
Cancer screening, Cost-effectiveness analysis, Sensitivity analysis,
Stochastic process