

# 수두 2회 예방접종의 비용-편익 분석



연세대학교 보건대학원

보건정책관리학과

박선경

# 수두 2회 예방접종의 비용-편익 분석

지도 강혜영 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 6월 일

연세대학교 보건대학원

보건정책관리학과

박선경

박선경의 보건학 석사학위논문을 인준함

심사위원	인
심사위원	인
심사위원	인

연세대학교 보건대학원

2008년 6월 일

## 감사의 말씀

부족한 저에게 너무나도 큰 가르침으로 논문을 지도해 주신 강혜영 교수님과 많은 관심과 조언을 아끼지 않으신 이환중 교수님, 바쁘신 와중에도 세심히 배려해 주신 남정모 교수님께 감사드립니다. 예방접종이란 분야에 몸담고 있으면서 배우면서 일할 수 있게 배려해 주신 고운영 팀장님과 예방접종관리팀 식구들 모두 감사합니다. 끊임없는 질문과 부탁에도 묵묵히 논문을 도와준 한옥필 선생님 감사합니다.

직장에서 만난 인연을 넘어서 나에게 큰 안식처이자 조언자가 되어준 미선과 옆에서 논문 선배로써 많은 걱정과 조언을 해준 수진, 윤경에게도 감사의 말씀을 드립니다. 든든한 나의 오랜 친구들 재희, 보배, 순애도 늘 응원해주어 고맙습니다.

2년 반이란 시간동안 대학원 생활을 같이 해온 고영배, 김도연, 김영옥, 김희남, 손경미, 박현의, 이월숙 선생님 큰 힘이 되었습니다. 소중한 친구 금예, 은혜로 인해 논문도 마칠 수 있었고 평생 잊지 못할 즐거운 대학원 생활이 되었습니다.

마지막으로 부산에서 무한한 격려와 사랑을 주시는 아빠, 엄마, 그리고 형부와 선영 언니, 막내 선진이, 조카 준서까지 모두 사랑합니다. 새로운 인연과 운명으로 힘들 때마다 든든한 버팀목이 되어 행복 바이러스를 전파해 준 준모 오빠께 감사드립니다.

박 선 경 올림

# 차 례

국문요약	
I. 서론	1
1. 연구필요성	1
2. 연구목적	3
II. 문헌고찰	4
1. 이론적 배경	4
2. 선행 연구	10
III. 연구방법	14
1. 연구의 개념적 틀	14
2. 연구 설계	16
3. 비용 및 편익 산출	34
4. 민감도 분석	49
III. 연구결과	50
1. 수두 환자 수 추정 결과	50
2. 비용-편익 분석 결과	53
3. 민감도 분석 결과	59
IV. 고찰	65
1. 고찰	65
2. 연구의 제한점	68
3. 결론	70
참고문헌	72
영문요약	76

## 표 차 례

표 1. 수두 예방접종 경제성 분석 선행 연구 .....	12
표 2. 주요 변수 .....	20
표 3. WAIFW 매트릭스 .....	24
표 4. MMR 예방접종률 .....	25
표 5. 수두백신 효능 변수 .....	29
표 6. 수두로 인한 연령그룹별 입원율 .....	32
표 7. 수두 예방접종 비용 변수 및 값 .....	39
표 8. 수두의 건강보험 급여비용 .....	42
표 9. 수두로 인한 입원 직접 비용 .....	43
표 10. 수두로 인한 외래 직접 비용 .....	43
표 11. 수두로 인한 입원 간접 비용 .....	46
표 12. 수두로 인한 외래 간접 비용 .....	46
표 13. 수두로 인한 입원 총 질병비용 .....	48
표 14. 수두로 인한 외래 총 질병비용 .....	48
표 15. 향후 20년간 수두 환자 발생 수 추정 .....	51
표 16. 수두 예방접종 비용 산출 결과 .....	53
표 17. 수두 치료비용 산출 결과 1(미접종시) .....	54
표 18. 수두 치료비용 산출 결과 2(전략 1) .....	55
표 19. 수두 치료비용 산출 결과 3(전략 2) .....	56
표 20. 비용-편익 분석 결과 .....	58
표 21. 예방접종 효능 변화에 따른 수두 환자 발생 수 민감도 분석 .....	60
표 22. 예방접종 효능 변화에 따른 비용-편익 민감도 분석 .....	61
표 23. 예방접종률 변화에 따른 수두 환자 발생 수 민감도 분석 .....	63
표 24. 예방접종률 변화에 따른 비용-편익 민감도 분석 .....	64

## 그림 차례

그림 1. 성별, 연령별 수두 발생 현황 .....	5
그림 2. 연구의 개념적 틀 .....	15
그림 3. 의사결정 모델 .....	19
그림 4. 수두 예방접종 전·후 흐름도 .....	22
그림 5. 대안별 향후 20년간 수두 환자 발생 수 추정 .....	52

## 약어

ACIP : Advisory Committee on Immunization Practices

BCR : Benefit-Cost Ratio

CDC : Center for Disease Control and Prevention

MMR : Measle, Mumps, Rubella

RAS : Realistic age-structured deterministic model

VZV : Varicella zoster virus

WAIFW : Who-Acquired-Infection-From-Whom



## 국 문 요 약

수두는 전염력이 매우 강한 전염병임에도 불구하고 2005년에야 법정전염병에 포함되고 국가필수예방접종으로 선정되었다. 현재 우리나라에서는 만 12~15개월에 1회의 예방접종을 권장하고 있다. 하지만 미국에서는 1회 예방접종 후에도 수두 유행이 지속적으로 발생하여 2006년 6월 생후 12~15개월에 1차, 만 4~6세에 2차 접종을 할 것을 권장하고 있다. 우리나라에서는 수두 예방접종 사업의 경제성 평가가 미비하여 2차 접종 도입을 고려할 근거가 부족하다. 따라서 본 연구를 통해 우리나라에서의 수두 2회 예방접종의 비용-편익을 분석하여 어떠한 사업이 경제적 효율성이 높은지 평가해 보고자 한다.

수두 예방접종 전략은 1회 접종 전략(생후 12~15개월)과 2회 접종 전략(생후 12~15개월, 만 4~5세)으로 구분하였으며, 각각 비용과 편익을 세분화하여 금전적 가치로 환산한 다음 그 값을 미접종 시와 비교, 전략간 비교를 실시하였다.

수두 예방접종의 비용-편익 분석을 위해 의사결정 모델을 이용하여 2007년 출생 코호트를 대상으로 향후 20년간 발생할 수두 예방접종 비용과 수두 발생 예방을 통해 얻을 수 있는 편익을 비교하였다. 수두 예방접종 비용은 민간 의료기관(60%)과 공공 의료기관(40%)을 구분하여 각각 직접비용과 간접비용을 산출하였다. 직접비용에는 백신비용과 의료행위에 대한 가치가 포함되고, 간접비용은 예방접종을 위해 의료기관 방문 시 소요되는 시간비용과 교통비가 포함된다. 수두 예방접종을 통해 얻을 수 있는 편익을 위해서는 향후 20년간 발생할 수두 환자 수 예측이 필요하다. 환자 수 예측 모델은 캐나다에서 시행한

미분 방정식에 기본을 둔 수학적 모델을 이용하였고, 예방접종을 하지 않았을 때와 1회 시행하였을 때, 2회 시행하였을 때 20년간 예측되는 수두 환자 발생을 각각 추계하였다. 이렇게 산출된 환자 수에 수두 환자 1인당 치료비용을 곱하여 편익을 계산하였다. 편익은 직접편익과 간접편익으로 나누어 산출하였고, 직접편익에는 수두와 수두 합병증으로 인한 입원, 외래 진료비가 포함되고, 간접편익은 수두 치료를 위한 교통비와 시간비용이 포함된다.

수두 예방접종 정책별 향후 20년간 수두 환자 수 추정 결과, 수두 예방접종 사업을 미 실시할 경우 2007년 출생코호트 449,027명 중 2007~2026년까지 총 369,098명의 수두 환자가 발생하는 것으로 예측되었다. 12~15개월에 수두 예방접종을 1회 실시하는 전략 1(1차 접종률 87.8%)의 경우 70,696명의 환자가 발생하는 것으로 예측되었고, 12~15개월과 4~6세에 수두 예방접종을 2회 실시하는 전략 2(1차 접종률 87.8%, 2차 접종률 51.7%)의 경우 20년간 수두 환자 수는 34,253명이었다.

수두 예방접종률에 변화를 주어 수두 환자 수를 추정해 본 결과 2차 접종을 1차 접종률과 같다고 가정하였을 때 수두 환자 수는 32,253명으로 감소하였다. 접종률을 기억에 의한 MMR 접종률과 같이 1차 98.1%, 2차 58.0%로 변화시켰을 때 수두 환자 수는 32,936명으로 1, 2차 모두 87.8%의 접종률을 유지하였을 때보다 오히려 환자 발생이 늘어났다.

2007년 출생 코호트가 예방접종을 1회 실시할 경우 총 142억의 비용이 소요되고, 예방접종을 2회 실시할 경우 225억의 비용이 소요된다. 미접종과 비교 시 1회 접종 전략은 총 30만 명이 수두에 걸리지 않게 되었고, 이로 인해 212억의 수두 치료비용을 감소시켰다. 편익-비용비가 1.49로 나타났으며 순편익은 69억 발생하였다. 미접종과 비교 시 2회 접종 전략은 총 33만 명이 수두에 걸리지

않게 되었고, 236억의 수두 치료비용을 절감시켰으며, 편익-비용비가 1.05, 순편익은 109억원 발생하였다. 다시 말해 수두 예방접종을 시행하지 않는 것보다 1회 접종 전략과 2회 접종 전략은 모두 비용편익적인 것으로 나타났다.

1회 접종 전략과 2회 접종 전략을 비교하였을 때 만 4~6세에 2차 예방접종을 시행할 경우 1차만 시행하였을 때보다 총 4만 명이 수두에 걸리지 않게 되었고, 이로 인해 25억의 수두 치료비용을 감소시켰다. 편익-비용비가 0.30으로 나타났으며 순편익은 -58억 발생하여 1회 접종보다 경제성이 없음을 알 수 있다.

결론적으로 현재 우리나라에서 수두 예방접종의 시행은 경제성이 있으나, 2회 접종의 시행은 비용의 증가에 비해 편익이 크지 않은 것으로 나타났다. 우리나라의 수두 유행 상황과 국가 예방접종 정책 변화에 따라 2회 수두 예방접종정책 도입 여부는 신중히 판단하여야 할 것이다.

# I. 서론

## 1. 연구 필요성

수두는 전신에 발진성 수포를 특징으로 하는 전염력이 매우 강한 전염병이다. 하지만 이전까지 수두는 법정전염병에 포함되지 않았고, 국가필수예방접종 대상 전염병이 아니었다. 2005년부터 수두는 법정 제2군 전염병에 포함되어 전염병 발생 신고를 받고 있으며 국가필수예방접종으로 보건소에서 무료접종대상이 되고 있다.

1974년 일본에서 수두백신이 개발된 이후 우리나라에서는 1987년 수두 백신이 허가되었다. 그러다 2005년 수두가 '국가필수예방접종<sup>1)</sup>'에 포함되면서 현재는 국가예방접종 사업에서는 만 12~15개월 영유아에게 필수적으로 접종하도록 권장하고 있다.

2006년 6월 29일 미국 CDC(Center for Disease Control and Prevention)의 ACIP(Advisory Committee on Immunization Practices)에서는 기존의 수두 백신을 1회 접종한 아동과 성인이 접종 후 수두 바이러스에 노출되었을 때 완전하게 방어할 수 있는 능력을 가지지 못하는 것(돌파감염 사례 발생)으로 보고하고 있다. 그 결과, 앞으로는 수두 백신을 생후 12~15개월에 1차, 만 4~6세에

---

1) 2004년부터 정부에서는 정기 및 임시예방접종을 통합하여 정부가 모든 국민에게 접종을 권장하는 「국가필수예방접종」으로 명명하고 있으며, 새로 도입되어 민간의료인이 권장하는 예방접종을 「기타 예방접종」으로 분리하고 있다. 국가필수예방접종에는 결핵(BCG 피내접종), B형간염, 디프테리아/파상풍/백일해(DTaP), 폴리오, 홍역/볼거리/풍진(MMR), 수두, 일본뇌염(사백신), 인플루엔자, 장티푸스, 신증후군출혈열이 있고, 기타예방접종에는 결핵(BCG 경피접종), 일본뇌염(생백신), Hib(b형 헤모필루스 인플루엔자), 폐구균폐렴, A형간염이 포함된다.

2차 정기 접종할 것을 권장하고, 이미 1차 접종을 받은 어린이, 청소년과 성인에게 1회 더 접종하도록 당부하였다(CDC, 2007). 수두에서 돌파감염이란 백신을 접종받은 사람에서 야생 바이러스에 노출되었을 때 일어나는 수두 질환을 의미하고, 수두 예방접종 후 42일 이후에 이환되는 경우이다. 수두 1차 접종으로 발생하는 돌파감염은 예방접종 실패로 볼 수 있다(Vazquez, 2004).

미국에서 수두 백신 2회 접종을 권장하면서 각국에서는 기존의 수두 1회 접종의 효과를 재평가하기 시작하였고 2회 접종으로 변경 시에 얻을 수 있는 비용 대비 효과에 대해 고려를 하고 있다.

우리나라에서 수두는 2006년 건강보험공단 청구자료 기준 연간 17만 명 이상의 환자가 발생하고, 5백억 원 이상의 진료비가 소요되는 것으로 집계되고 있다(국민건강보험공단, 2007). 하지만 우리나라에는 현재 수두 예방접종 사업에 대한 경제성 평가가 거의 없고, 2차 접종으로 기준을 변화 시킬만한 객관적 근거가 부족하다.

따라서 본 연구를 통해 우리나라 현재의 수두 1차 접종의 비용-편익성을 분석하고, 2차 접종을 도입하였을 경우 비용-편익성을 분석하여 어떠한 사업이 경제적 효율성이 높은지 평가해 보고자 한다.

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 현재 생후 12~15개월에 1회 접종하는 수두예방접종사업과 미국 CDC ACIP에서 권장하는 2회 접종사업 수행 시 비용을 산출·비교하여 경제적 효율성을 검토함으로써, 보건정책자가 수두 예방접종에 관한 합리적인 의사결정을 할 수 있는 근거를 제공하려는데 있다. 그 세부목적은 다음과 같다

첫째, 수두 예방접종 1회와 2회 접종에 드는 비용과 편익을 세분화한다.

둘째, 세분화 된 비용과 편익을 금전적 가치로 환산하여 각각의 항목별로 계량화한다.

셋째, 계산된 비용과 편익을 이용하여 순편익, 편익-비용비를 계산한다.

넷째, 비교된 결과를 정책 의사결정에 이용한다.

## II. 문헌고찰

### 1. 이론적 배경

#### 가. 수두

##### 1) 원인 및 전파

수두는 수두대상포진바이러스(Varicella zoster virus; VZV)에 의한 급성 감염성질환이다. 수두대상포진바이러스에 처음 감염되면 수두로 나타나며, 이후 감각신경절에 잠복해있던 바이러스가 재활성화되면 대상포진의 형태로 나타난다. 이 바이러스는 감염된 숙주 밖의 환경에서는 짧은 생활사를 나타낸다.

수두대상포진바이러스는 사람에서 사람으로 상기도를 통한 비말 공기감염 또는 피부의 수포액을 통해 전파된다. 홍역보다 전파력은 약하지만, 가족간 접촉을 통한 이차 감염률이 90%에 이를 정도로 감염력이 높다. 수두는 사람에게만 나타나는 질환이다.

##### 2) 역학

수두는 전 세계적으로 발병한다. 일부 자료에서는 열대지방에서는 수두 감염이 어린이보다 성인에게서 더욱 일반적으로 발생한다고 한다. 이러한 발생연령의 차이가 발생하는 이유는 알려져 있지 않지만, 농촌인구에서 유년기의 수두감염이 부족한 것과 관계있는 것으로 추측된다(CDC, 2007).

미국에서는 매년 4백만 명 정도의 환자가 발생하고, 그 중 85%정도는 15세

이하에서 발병한다. 수두가 가장 많이 발생하는 연령은 1~4세이며, 전체의 39%정도이며, 5~9세의 아동은 38%정도를 차지한다. 20세 이상의 환자는 단지 7%정도만 된다.

우리나라에서는 소아 전염병의 발생추이를 관찰하고 질병의 유행을 예측하기 위하여 지역사회 일차 진료를 담당하고 있는 소아과 개원 의사를 중심으로 운영되고 있는 소아전염병표본감시체계에서 2007년 총 13,911명의 환자가 신고되었다(질병관리본부, 2007). 수두 환자는 연중 발생하지만 특히 4~7월, 11~2월 유행하는 양상을 보이고, 연령별로는 3~6세에 호발하며, 15세 미만에서 대부분 발생한다.

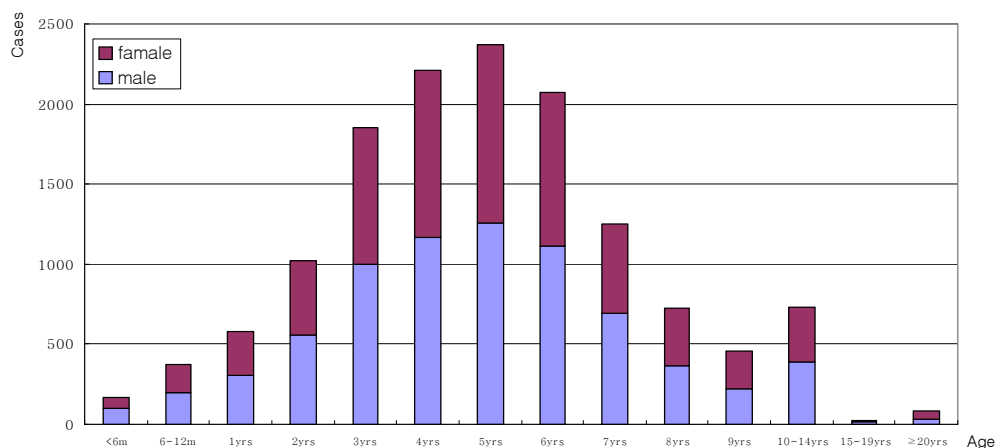


그림 1. 성별, 연령별 수두 발생 현황(소아전염병 표본감시 월간소식지, 2007)

### 3) 임상양상

수두 대상포진 바이러스 감염 시 10~21일 정도, 평균 14~16일의 잠복기를 가진다. 성인의 경우 수두의 특징적인 발진이 발생하기 전 1~2일 동안 발열과



권태감을 동반하는 전구기가 나타날 수 있고, 소아는 발진이 질병의 첫 증후일 수 있다.

발진은 일반적으로 소양감이 있고, 반점에서 구진이나 수포로 빠르게 진행된다. 보통 두피에 먼저 나타나서 몸통과 사지로 번지고, 주로 몸통에 병변이 나타난다. 수포는 가피가 형성되기 전에 터지거나 농포가 형성되며, 연속적인 피부병변의 진행은 5~6일에 걸쳐 나타난다. 건강한 소아에서 평균적인 수포의 수는 250~500개이다.

건강한 소아에서는 2~3일 동안 권태감, 소양감, 38.9℃ 이상의 발열과 함께 가벼운 임상증상이 일반적이다. 성인의 경우 더 질병이 중하고 합병증이 많다.

수두는 1회의 감염으로 평생면역이 획득된다.

#### 4) 진단

수두는 특징적인 피부병소와 수두를 앓았는지 유무, 2~3주 전의 수두 접촉력과 같은 역학적인 요소로 임상적 진단이 가능하다. 실험실적 진단방법으로는 수포에서 핵 내 봉입체를 가지는 다핵 거대세포를 검출하는 것으로 진단할 수 있으며 바이러스 분리 검사, 중합효소연쇄반응법(PCR), 직접형광항체법(DFA), 혈청학적 검사 등이 있다.

#### 5) 치료

일반적으로 합병증이 동반되지 않은 수두에서 항바이러스제 치료는 필요하지 않다. 피부를 청결히 하여 2차 세균 감염을 방지하고, 손톱을 짧게 하여 피부에 상처를 주지 않게 하며, 가려움증의 완화를 위하여 calamine lotion을 피부에

도포한다. 항바이러스제의 사용이 병의 경과를 완화시킬 수 있으나 사용은 제한적이다(홍창의, 2004).

## 6) 예방

수두의 예방방법은 크게 능동면역인 수두 백신을 접종하는 것과 수동면역인 수두 대상포진 면역글로불린을 투여하는 방법이 있다. 수두 대상포진 면역글로불린은 수두에 이환되면 위험한 집단인 면역기능 저하자, 감수성이 있는 임신부, 감염된 산모에서 태어난 신생아에게 바이러스 노출 후 96시간 이내에 사용하면 어느 정도 효과가 있다. 하지만 증상이 나타난 이후에 투여는 병의 경과에 도움을 주지 못한다.

## 나. 수두백신

### 1) 역사

1974년 일본 오사카 대학의 Takahashi 박사가 Oka라는 성을 가진 수두 환자의 수포에서 추출한 체액을 이용하여 약독화 생백신을 개발한 것이 최초이다. 현재 Oka주 백신만이 세계보건기구(WHO)에 의하여 적합한 것으로 인정되고 있다. 우리나라는 1996년에 수두백신을 도입하여 고위험군과 일부 건강아를 대상으로 접종하였다. 1995년도에는 미국, 스웨덴, 독일이, 1998년에는 캐나다, 그리고 2000년도엔 호주와 이스라엘에서 수두 예방접종이 도입되었다.

### 2) 백신 종류 및 국내 유통 백신

2008년 현재 엠에스디, 글락소스미스클라인, 씨제이, 비알바이오텍에서 Oka주 백신을 수입 또는 생산하고 있고, 녹십자백신에서는 자체개발한 MAV/06주로 백신을 생산하고 있다. 매년 국내에서는 500,000도스 이상의 백신이 유통되고 있다(Catherine, 2008).

### 3) 면역원성 및 효과

12개월~12세 소아에게 수두백신 1회 접종 후 97%가 항체 양전율을 나타내었고, 90%이상이 적어도 6년 동안 남아있었다. 일본의 연구에서 97%의 어린이들이 백신접종 7~10년 후까지 항체를 가지고 있었다. 백신의 수두감염 예방효과는 70~90%이며, 중등도나 중증 수두를 예방하는데 90~100%까지 효과를 나타내었다. 13세 이상의 건강한 청소년과 성인에게 백신 접종 4~8주

후 1회 접종 시에는 78%, 2회 접종 시에는 99%가 항체 양전율을 보였다(CDC, 2007).

#### 4) 실시기준 및 방법

수두 예방접종 대상은 과거력상 수두를 앓은 적이 없고 또한 접종력이 없는 12개월 이상의 모든 소아이다. 표준 접종권장 시기는 생후 12~15개월이며, 0.5 mL를 상완외측면에 피하 주사한다. 우리나라에서는 만 13세 미만의 경우는 1회 접종하고 만 13세 이상의 경우 4~8주 간격으로 2회 접종하도록 권장한다. 미국은 2006년 6월 이후 2회의 접종을 권장하고 있으며, 표준 접종 시기는 생후 12~15개월에 1차, 만 4~6세에 2차를 접종하도록 하고 있다.

#### 5) 예방접종후 이상반응

수두 예방접종후 가장 흔한 이상반응은 접종 부위의 통증, 발적, 종창 등이며, 소아에서 약 19%, 청소년과 성인에서 약 24%(2차 접종 후 33%)가 발생한다. 이러한 국소이상반응은 대부분 경증이며, 특별한 치료를 요하지 않는다.

전신 이상반응은 흔하지 않다. 예방접종후 42일내에 소아에서 15%, 청소년과 성인에서 10%정도에서 발열이 보고되고 있으나, 이는 백신에 의한 것이라기 보단 우연히 발병한 다른 질병에 의한 경우이다(CDC, 2007).

## 2. 선행 연구

미국에서는 1회 접종하는 수두예방접종 프로그램이 성공적으로 시행됨에도 불구하고 빈번히 큰 규모의 수두 유행이 발생하여 미국의 공중보건시스템에 영향을 주고 있다. 미국 예방접종심의위원회에서 수두 백신을 2회 접종할 것을 권장하면서 2회 접종에 대한 경제적 평가를 시행하였다. 2006년 미국의 출생 코호트 4,100,000명을 대상으로 Decision-tree-based analysis를 시행하였다. 그 결과 예방접종을 시행하지 않는 것과 비교하여 1회 접종 시 편익비용비(Benefit-cost ratio, BCR)는 4.37, 2회 접종 시 편익비용비는 2.73으로 나타났다. 1회 접종하는 것과 비교하여 2회 접종으로 증가시키는 것은 incremental BCR이 0.56으로 비용 효과적이지 않은 것으로 나타났다(Zhou, 2008).

캐나다의 수두 예방접종의 비용-효과 연구에서는 (1) 1세에 정기예방접종을 하는 대안, (2) 1세 정기예방접종 대안에 5~11세를 대상으로 catch-up 프로그램을 운영하는 대안, (3) 정기 예방접종을 12세에 하는 대안에 대해 분석하였다. 각각의 대안에 대한 편익비용비는 5.24, 4.90, 4.44로 1세에 정기 예방접종을 시행하는 것이 가장 비용절약적인 방법인 것으로 평가되었다(Brisson, 2002).

호주에서의 (1) 백신 접종을 하지 않는 대안, (2) 매년 출생코호트를 대상으로 12개월에 접종하는 대안, (3) 수두력이 없는 12세의 청소년을 대상으로 접종하는 대안, (4) catch-up 프로그램을 운영하는 대안에 대하여 수두 예방접종 후 30년의 기간동안 비용과 그 효과를 분석하였다. 그 결과 영아, 청소년, catch-up 프로그램에서 각각 수두로 인한 비용은 각각 \$64, \$530, \$418이었고, 영아 프로그램이 가장 비용 효과적 이었다. 영아 프로그램에서는 30년 동안 440만 명의 수두 환자가 발생하였고, 이중 13,500명이 입원하였으며, 30명이 사망한

것으로 추정되었다(Scuffham, 2000).

그 외 시행된 수두 예방접종의 경제성 평가 결과는 표 1과 같다.

표 1. 수두 예방접종 경제성 분석 선행 연구

저자	구분	연구 국가 및 결과	비 고
Preblud 등 (1985)	비용편익 분석	미국 -개발용 백신의 편익비용비 6.9	평생 백신 유효성 90% 유지된다고 가정
Preblud 등 (1988)	비용분석	미국-매년 질병발생 비용 \$400백만 달러로 평가됨	비용의 95%는 아동 간호를 위한 생산성 손실임
Kitai 등 (1993)	비용편익 분석	캐나다- 전파전 예방접종 프로그램의 편익비용비는 8.3(직접비용과 편익)과 9.5(총 비용과 편익)임	백신 가격은 캐나다 달러로 \$30/dose
Huse 등 (1994)	비용편익 분석	미국-정기 예방접종 스케줄의 백신 편익비용비는 0.34(직접치료비만) 또는 2.0(직접, 간접비 모두)임	예방접종은 할인율을 5%로 했을 때 가격이 24달러 이하일 때 비용편익적임
Lie 등 (1994)	비용효과 분석, 비용편익 분석	미국-1회 접종 프로그램은 2,500달러 /인년(life-year)의 이익을 만들어내고 (의료비용만 고려하였을 때), 만약 간접비까지 포함 시 편익비용비는 5임	백신 가격은 \$35/dose
Lie 등 (1994)	비용분석	미국-수두로 인한 노동력 손실의 가치는 가족 당 293달러, 수두 사례 당 183달러 약품비(일반의약품까지)는 가족 당 20달러, 수두 사례 당 12.50달러 임	
Ferson (1995)	비용분석	호주-전국적인 영유아만을 대상으로 한 백신프로그램은 심각한 합병증과 근로시간 손실로 인한 경제적 비용과 건강비용 상승을 불러올 수 있는 성인에서의 수두발생을 야기 시킬 수 있음.	

저자	구분	연구 국가 및 결과	비 고
Lie 등 (1995)	비용 효과 분석	미국-직접비용만을 고려하였을 때 모든 6~12세 아동을 대상으로 한 백신프로그램이 대상자를 선정하여 접종하는 전략보다 더 효과적임(197달러 절약). 간접비용까지 고려하였을 경우 모두에게 접종하는 것이 가장 우수한 전략이며, 13~17세까지 접종하는 것은 효과가 있으나 비용이 많이 소모됨.	백신 가격은 \$35/dose
Beutels 등 (1996)	비용 효과 분석, 비용편익 분석	독일-청소년을 대상으로 한 예방접종이 가장 비용-효과적이며 직접비용이 절약되었음. 15개월에 접종하는 것은 19.74DM life-year(직접비용만 고려)을, 12세에 청소년을 대상으로 catch-up 프로그램을 함께 시행 시 6.92DM 비용이 듦.	5% 할인을 적용, 백신 가격은 95DM/dose
Gray 등 (1997)	비용 효과 분석	영국-의료종사자들에게 검사 후 예방접종 하였을 때 예방 가능한 사례 당 £ 440UK, 모든 종사자에게 예방접종을 하였을 경우 예방 가능한 사례 당 £ 48,900UK의 비용이 발생함	
Nettleman, Schmid (1997)		US-잠재적 감수성을 가진 근로자에게 예방접종을 시행하였을 때 순비용이 1인당 59달러 절약됨	
Coudeville 등 (1999)	비용편익 분석	프랑스-MMR백신과 함께 수두 접종 시행 시 직접 의료비용이 10~77% 절약됨	
Domingo 등 (1999)	비용편익 분석	스페인-15개월을 대상으로 전국적 예방접종 시행 시 편익비용비는 직접비용만 고려할 때 0.54, 간접비용 포함 시 1.6임	



### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 연구의 개념적 틀

본 연구에서는 수두 예방접종 전략을 다음과 같이 나누어 각각의 비용과 편익을 분석하고자 한다.

##### **1) 전략 1(대안 1) : 1회의 수두 예방접종(생후 12~15개월)**

현재 우리나라 수두 예방접종 전략으로 생후 12~15개월에 수두 예방접종을 1회 시행하는 전략이다.

##### **2) 전략 2(대안 2) : 2회의 수두 예방접종(생후 12~15개월, 만 4~6세)**

기존 예방접종 일정(생후 12~15개월에 1차 접종)에 만 4~6세에 2차 접종을 추가로 시행하는 전략이다.

각 전략에 대한 비용과 편익을 세분화하여 금전적 가치로 환산한 다음 그 값을 비교하였다. 비용은 예방접종을 위해 직접적으로 지불되는 직접비용과 예방접종을 위해 희생하여야 하는 기회비용인 간접비용으로 나누고, 편익은 수두질병을 예방함으로써 얻을 수 있는 직접편익과 수두질병 치료를 위해 희생하여야 하는 간접편익으로 구분하여 산출하였다.

비용의 경우 1차 접종과 2차 접종에 필요한 비용 내용이 다르지 않으므로, 1회 접종받기 위해 필요한 비용을 두 배하여 2회 접종 비용으로 책정하였다. 편익은 1회 접종의 편익과 2회 접종의 편익의 직접편익과 간접편익에 차이가 있으므로 각각의 금전적 가치를 별도로 산출하였다(그림 2).

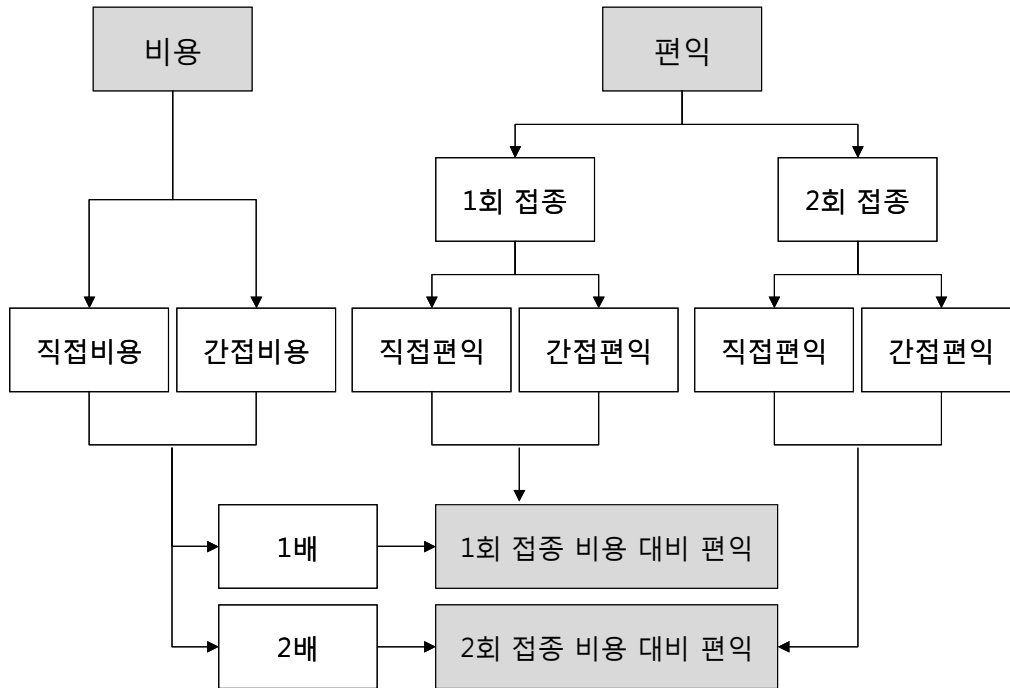


그림 2 연구의 개념적 틀

## 2. 연구 설계

### 가. 분석관점

의약품 경제성 평가의 분석관점은 크게 보험자 관점, 환자 관점, 의료제공자 관점, 사회적 관점으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 어떠한 관점에서 분석하느냐에 따라 포함시켜야 할 비용의 범위가 결정된다. 예방접종은 전염병예방을 통해 사회적 안정을 도모하기 위한 수단으로, 특정 집단이나 개인의 관점이 될 수 없다. 미국, 캐나다, 호주 등에서 시행된 예방접종 경제성 평가에서도 개인의 지불해야할 예방접종 비용뿐만이 아니라 질병발생에 따른 경제적 손실비용, 유행 통제 비용 등 사회적 관점에서 접근하였다. 국내에서 시행된 풍진(신영전, 1994)과 홍역(이종구, 2003) 예방접종에 대한 경제성 분석에서도 마찬가지이다. 예방접종 사업에 대한 기존 연구에서 적용한 관점과 같이 본 연구에서도 사회적 관점에서 분석을 시행하였다.

### 나. 분석기간

수두 바이러스는 전염력이 매우 강해 가족 내 감수성이 있는 사람에게 전파될 확률은 65~86%이다. 대부분의 소아가 15세까지 수두 바이러스에 감염되고, 성인의 5%미만이 감수성이 있다(홍창의, 2007). 수두는 발생연령이 높아질수록 중증도가 심하여 질병부담이 커지나(질병관리본부, 2006), 발생률이 극히 낮으므로 본 연구에서는 2007년 출생 코호트를 대상으로 대학생이 되기 전까지 20년간, 즉 만 19세의 연령에 다다를 때까지 수두 환자발생에 따른 질병부담과

수두 접종비용을 비교분석하였다.

## 다. 분석 방법

경제성 평가의 분석방법은 크게 4가지로 구분된다. 비용-최소화 분석(Cost-minimization analysis)은 동일효과를 산출하는 대안 중 최소비용이 소요되는 대안을 선택하는 방법이다. 비용-효과 분석(Cost-effectiveness analysis)은 비용은 화폐적 가치로 평가하고, 효과의 가치를 측정할 때 화폐단위보다는 임상적 자연단위(예: 혈압 감소, 생존연수 증가, 장애일수 감소 등)를 사용하여 측정한 다음 대안의 경제성을 평가한다. 비용-편익 분석(Cost-benefit analysis)은 소요되는 비용에 대하여 효과도 금전적 가치로 환산하여 대안의 경제성을 분석하기 위한 방법이다. 비용-효용 분석(Cost-utility analysis)은 효용이 반영된 기대효과를 비용과 비교하는 방법이다.

정부 예산이 투입되는 공공사업에서는 한정된 재화에서 경제적 가치를 직접적으로 비교할 수 있는 대안 선택이 필수적이므로, 직·간접비용과 효과를 모두 화폐가치로 환산하여 비교하는 비용-편익 분석을 분석방법으로 결정하였다.

## 라. 분석 모델

### 1) 모델 개요

본 연구에서는 의사결정 모형을 이용하여 2007년 출생 코호트가 선택에 의해 수두 백신을 접종하지 않거나, 1회 접종하거나, 2회 접종을 하게 된다고

가정하였다. 수두 바이러스에 노출되었을 때 수두 예방접종의 효능과 연령별 감염력(Force of infection)에 따라 수두를 앓거나 앓지 않게 될 것이다. 수두 예방접종률과 예방접종 효능에 대해서는 자료수집에서 자세히 논하였다.

수두는 발생시 전신에 발진이 생겨 수포로 진행되는 전염병으로 그 증상이 확연히 눈에 띄고, 소양감으로 환자가 불편함을 겪는다. 따라서 대부분의 환자들이 증상완화를 위해 수두 이환 시 모든 환자가 의료기관을 이용한다고 가정하였다(그림 3).

## 2) 대상 인구

본 연구 대상은 2007년 출생코호트 449,027명이며, 출생 후부터 19세까지 20년간을 연구하였다. 앞서 밝힌 바와 같이 수두 1차 접종은 생후 12~15개월에, 수두 2차 접종은 만 4~6세에 이루어지므로, 1회와 2회 접종의 경제성 평가는 만 4세 이후의 예방접종 비용과 환자 발생 차이에 의해 가능하지만, 전략별 대상 코호트의 총 수두 질병 비용 산출과 그에 따른 사회적 부담을 알기 위해 0세부터 연구 대상에 포함시켰다.

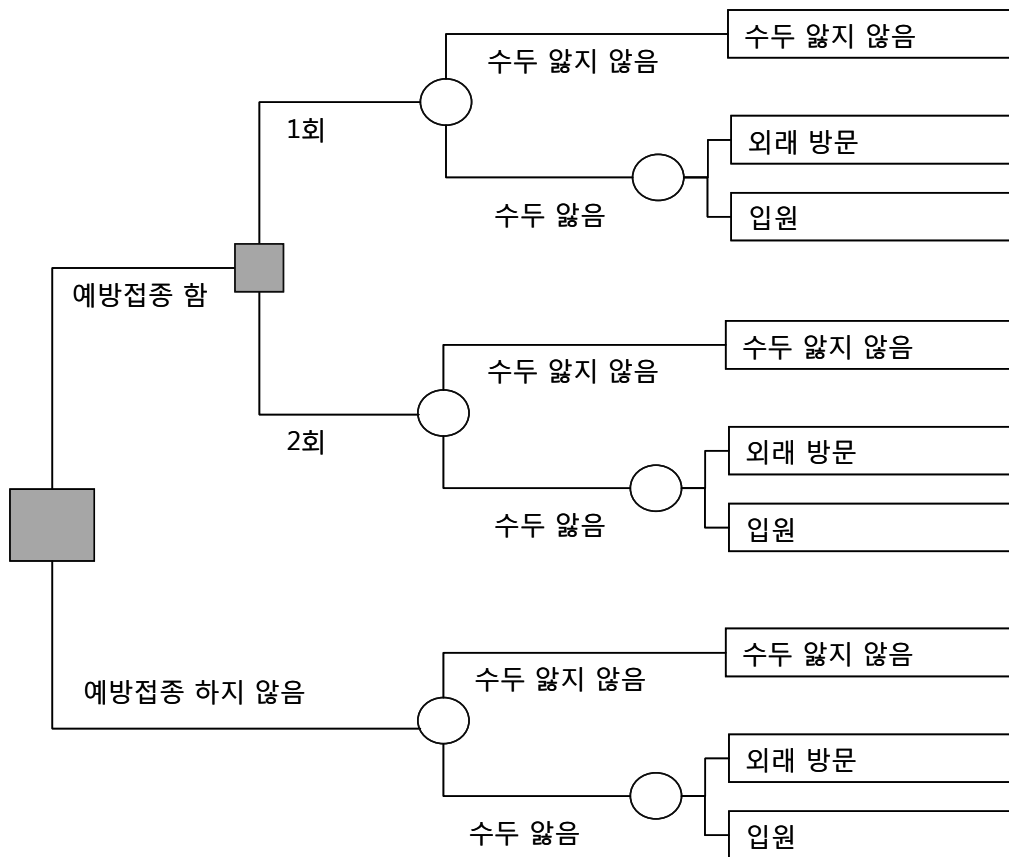


그림 3 의사결정 모델

표 2 주요 변수

주요 변수명	변수 정의	출처	변수값
연령군	수두 감염률과 사망률에 있어 비슷한 특징을 나타내는 연령 그룹	Brisson et al.	영유아(0~1세) 취학전(2~4세) 초등학생(5~11세) 중고등학생(12~19세) 대학생(20~24세) 청년층(24~44세) 장년층(45~64) 노인층(65세 이상)
예방접종률	전체 인구집단 중 예방접종을 맞은 사람의 비율	질병관리본부 이화여대	1차-87.8% 2차-51.7%
예방접종 효능	백신을 맞은 군에서 백신을 투여 받지 않은 군에 비해 특정질환의 발생률의 감소	Brisson et al Seward et al	표 5 참조
입원율	수두에 걸린 환자 중 건강보험 입원 청구 자료에 수두의 질병코드인 ICD10의 B01군을 주상병으로 수진 받은 진료기록이 1건 이상인 환자의 비율	건강보험 청구자료	0~1세-1.54% 2~4세-0.35% 5~11세-0.33% 12~19세-1.68%
분담율	총 예방접종 건수 중 공공 의료기관과 민간의료기관에서 예방접종이 시행되는 건수의 비율	질병관리본부 충남대학교	공공:민간=40:60

### 3) 수두 환자 수 추계

수두 예방접종의 비용-편익 분석을 위해서는 수두 예방접종 효과로 인해 감소한 수두 환자 수 추정이 필요하다. 환자 수 추정은 과거 발생 환자 수를 근거로 하거나, 새로운 수학적 모델을 이용한 방법이 있다. 수두는 2005년부터 법정전염병에 포함되어 환자 발생을 보고하도록 하여 이전의 지속적 발생 자료가 없으므로 수학적 모델을 이용하여 환자 수를 추계하였다. 본 연구에서는 캐나다에서 시행된 수두 예방접종의 영향에 관한 모델을 적용하였다(Brisson, 2000). 환자 발생 수 추계는 다음과 같은 항목에 대하여 실시하였다.

- 수두 예방접종을 하지 않았을 때 향후 20년 간 예측되는 환자 발생 수 추계
- 수두 예방접종을 1회 시행할 경우 향후 20년 간 예측되는 환자 발생 수 추계
- 수두 예방접종을 2회 시행할 경우 향후 20년 간 예측되는 환자 발생 수 추계

#### ① 환자 수 추계 모델

Brisson의 환자 수 추계 모델은 연령에 따라 감염률과 사망률이 변화하는 것에 근거한 일반적 미분 방정식에 기본을 둔 Realistic age-structured deterministic model(RAS)이다.

수두는 한번 감염되면 평생 면역을 가지는 특성을 나타내므로, SEIR 모형<sup>2)</sup>을 적용할 수 있다. 모든 아동은 출생 후 6개월이 지나면 모체로부터 받은 수두에 대한 항체는 사라지게 되고, 감수성기(Susceptible)에 들어가게 된다. 이후 수두

---

2) SEIR : Susceptible(감수성기)→Exposed(잠재기)→Infectious(전염기)→Recovered.immune(면역기)



바이러스에 감염될 경우 타인에 대한 감염력을 가지기 전인 잠재기(Latent)로 이동하고, 감염력을 가진 전염기(Infected)를 거쳐 평생 면역력을 가지는 면역기(Immune)로 접어든다. 예방접종을 하게 되면 예방접종 실패(Primary failure)로 인하여 일부는 계속 감수성기(Susceptible)에 남게 되고, 나머지는 감염에 대해 면역력이 있으나 시간이 지남에 따라 방어력이 소실되는 일시적 보호군(V Protected) 또는 감염시 중증도가 낮아지는 것처럼 일정 수준의 부분적 방어력을 가진 변화된 감수성군(V Susceptible)으로 이동하게 된다. 일시적 보호군(V Protected)은 수두 전염기의 사람과의 효과적인 접촉을 통해 영구적인 면역상태(V Immune)가 될 수도 있다. 모델 프로그램은 영국 Cherwell Scientific사의 ModelMaker 4를 활용하였다.

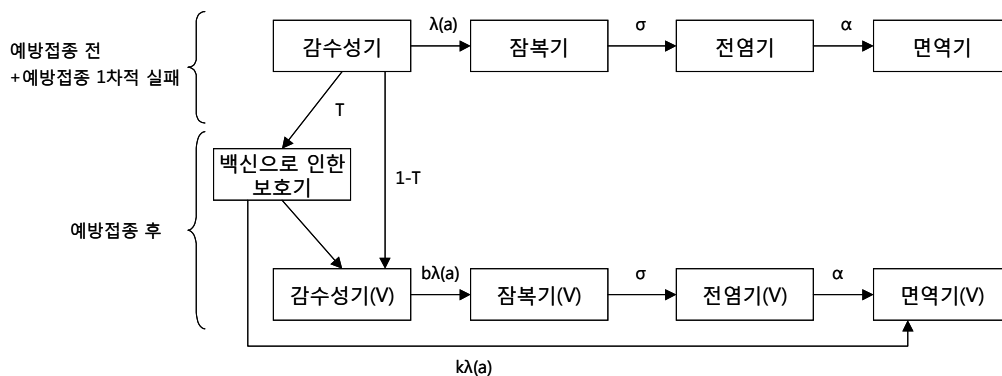


그림 4 수두 예방접종 전·후 흐름도

Source : Brisson et al. Modelling the impact of immunization on the epidemiology of varicella zoster virus. *Epidemiology and Infection* 2000(125):651-669

T(Temporary protection) : 임시적 보호
P(Partial protection) : 부분적 보호
$\lambda$ (Force of infection) : 감염력
$\sigma$ (The risk of an infected individual infectious): 전파가능한 개인으로부터 감염 위험도
$\alpha$ (The risk of an infectious individual of recovering) : 전염기에서 회복될 가능성

## ② 연령군 설정(Mixing patterns)

인구 집단의 연령대별 환자 수 산출을 위해 Who-Acquired-Infection-From-Whom(WAIFW) matrix를 사용하였다. WAIFW matrix는 감염력이 있는 연령 X가 감수성이 있는 연령 Y를 접촉하였을 때 감염되는 비율을 나타낸다. 연령 구분은 영유아(0~1세), 취학전(2~4세), 초등학교(5~11세), 중고등학교(12~19세), 대학생(20~24세), 청년층(24~44세), 장년층(45~64), 노인층(65세 이상)으로 총 8그룹으로 나누었다. 이 중 청년층은 아동으로부터 감염 가능한 연령으로 보고 있다. WAIFW 매트릭스의 값들은 Brisson이 예방접종 전 감염력( $\lambda$ )을 연령군 별로 아래와 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\begin{aligned}\lambda(a, t) &= \lambda_v(a, t) + \lambda_z \\ &= \sum_{a'=0}^L \beta(a', a)(I(a', t) + mVI(a', t)) + \lambda_z\end{aligned}$$

$\lambda(a, t)$ 는 수두로 인한 감염력을 의미하고,  $\lambda_z$ 는 대상포진으로 인한 감염력을 뜻한다.

$\beta(a', a)$ 는 전파 가능한 연령군  $a'$ 가 감수성 그룹  $a$ 에게 감염시킬 확률을,  $L$ 은 기대 수명,  $m$ 은 예방접종을 하지 않은 사람과 비교하여 백신을 맞을 사람이 수두를 전파시킬 확률을 의미한다. Brisson은 공식을 이용하여 연령군별 감염력을 나타내는 WAIFW 매트릭스를 다음 표와 같이 산출하였고, 본 연구에서도 그 값을 적용하였다(표 3).

표 3 WAIFW 매트릭스

연령 그룹		전파 가능한 그룹							
		0-1	2-4	5-11	12-19	20-24	25-44	45-64	65+
감수성 그룹	0-1	0.70	0.70	0.70	0.70	0.85	1.15	0.72	0.57
	2-4	0.70	4.42	1.20	1.20	0.85	1.15	0.72	0.57
	5-11	0.70	1.20	5.16	1.20	0.85	1.15	0.72	0.57
	12-19	0.70	1.20	1.20	5.16	0.85	1.15	0.72	0.57
	20-24	0.85	0.85	0.85	0.85	15.47	1.15	0.72	0.57
	25-44	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	0.72	0.57
	45-64	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.57
	65+	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57

Source : Brisson et al. Modelling the impact of immunization on the epidemiology of varicella zoster virus. *Epidemiol Infect* 2000(125):651-669

### ③ 예방접종률

수두 예방접종률에 대한 자료는 제한적이다. 정확한 예방접종률을 알기 위해서는 공공과 민간부문에서 시행되는 모든 예방접종에 대한 자료가 수집되어야 하며, 전염병예방법 제21조에서는 예방접종 기록 및 보고에 관한 사항을 의무하고 있다. 현재 보건소에서 시행되는 모든 예방접종은 질병관리본부에서 운영하는 '예방접종 전산등록시스템'을 통해 전산등록되지만, 민간 병·의원에서 시행되는 예방접종에 대한 실적보고율은 60% 정도로 예상되고 있다(질병관리본부, 충남대학교, 2006).

기존 연구에 따르면 2005년 논산지역 16개월 이상 영유아 전체를 대상으로 수두 접종률을 조사한 결과, 예방접종수첩에 근거한 수두 접종률은 73.1%, 예방접종 수첩과 기억에 근거한 수두 접종률은 81.8%로 나타났다(질병관리본부,

가톨릭대학교, 2005). 하지만 이 연구 결과는 수두가 국가필수예방접종에 포함되기 이전에 접종대상이었던 소아를 대상으로 한 것으로, 국가필수예방접종 포함 후 보건소에서 무료접종이 가능해지면서 접종률이 향상되었을 것으로 추정된다.

수두와 동일한 시기에 접종하는 MMR(홍역/유행성이하선염/풍진) 접종률 조사결과 15~23개월 아동의 1차 예방접종률은 기록만 인정할 경우 87.8%, 기록은 없지만 기억하는 경우까지 포함하여 인정할 경우 98.1%로 나타났다. 4~6세 아동을 대상으로 2차 접종률을 조사한 결과 기록만 인정할 경우 51.7%, 기억하는 것까지 인정할 경우 58.0%로 나타났다(질병관리본부, 이화여대, 2008). 수두와 MMR 접종은 접종시기가 1, 2차 모두 일치하고, 동시접종이 가능한 백신이므로 접종률이 유사할 것으로 추측된다.

본 연구에서는 MMR 접종률을 기존 연구결과에 따라 1차 접종률은 87.8%, 2차 접종률은 51.7%로 하고, 기억에 의한 접종률과 2차 접종률을 1차와 같은 수준으로 향상시켰을 때 상황에 대한 민감도 분석을 각각 실시하였다.

표 4 MMR 예방접종률

접종근거	15~23개월(n=452)			4~6세(n=300)		
	빈도	백분율	누적백분율	빈도	백분율	누적백분율
기록	397	87.8	87.8	155	51.7	51.7
기억	46	10.2	98.1	19	6.3	58.0

자료원 : 질병관리본부. 이화여대. 홍역 예방접종 실태조사 및 예방접종 정책연구. 2008

#### ④ 예방접종 효능(efficacy)

백신 접종의 효과(effect)는 백신을 접종받은 군에서 예방 가능한 면역이 유도되는 직접적인 효과(direct effect)와 백신 접종을 통해 그 병의 전파가 감소됨으로써 집단 내에서의 병의 빈도가 감소하는 군집 면역(herd immunity)의 간접적인 효과(indirect effect)로 나눌 수 있다. 감염에 대한 백신의 예방 능력을 평가하는 가장 정확한 방법은 대조군을 포함하는 야생(wild) 임상시험지만 이의 수행에는 많은 비용과 노력이 소요된다. 백신의 질병 예방능력은 질병을 예방할 수 있는 농도의 항체 유발 여부, 항체의 양전(seroconversion) 여부, 항체가의 기하 평균(geometric mean titer)의 증가 등으로도 평가 할 수 있다. 백신 접종의 효과는 보통 면역원성(immunogenicity), 효능(efficacy), 효과(effectiveness) 등으로 표현된다.

백신의 면역원성(immunogenicity)은 백신을 접종 받은 군에서 항체 또는 세포매개성 면역반응 등의 면역반응을 유발하는 능력을 의미한다. 항체 반응이 항상 백신의 방어력을 나타내는 것은 아니다.

백신의 효능(efficacy)은 백신을 맞은 군에서 백신을 투여 받지 않은 군에 비해 특정 질환의 발생율의 감소로 정의되며, 보통 백분율로 표시된다. 백신이 부적절하게 보관 또는 투여됨으로써 실제 보다 예방효과가 감소되어 보일 수 있으므로 적절한 백신의 효능을 평가하기 위해서는 자연 상태에서의 무작위 임상시험이 필요하다.

백신의 효과(effectiveness)는 공중보건 프로그램의 일반적인 자연 상태 하에서 기대되는 예방의 정도를 의미한다. 즉, 단순히 백신 자체의 효능에만 의해 결정되는 것이 아니라 백신이 투여되는 특정 집단의 성격에 의해 결정될

수 있다. 따라서 백신의 효과는 직접 및 간접 면역의 효과를 측정하며 이를 위해 관찰 역학 연구가 필요하다. 하지만 실제적으로는 이러한 백신 효능과 효과의 차이는 종종 구분되지 않은 채로 사용되는 것이 대부분이다(식약청, 서울대학교, 2007).

Brisson 환자 수 추계 모델에서 사용된 예방접종 효능 변수는 델파이 기법을 이용한 Halloran 등의 수두 환자 수 추계 모델에 머크사의 임상시험 결과 값을 입력하여 완성하였다. 백신 유효성 변수는 백신 효과의 감소( $W$ ), 예방접종 후 일시적인 방어력을 갖게 되는 개인의 비율( $T$ ), 백신 접종 후에도 남아있는 감수성, 즉 미접종자와 비교하였을 때 접종자가 수두에 걸릴 비율( $b$ ), 일시적 방어력을 가진 상태에서 수두 접종으로 인하여 면역력을 갖게 되는 상승 작용( $k$ )에 대해 동시에 모두 포함되어 있다. 시나리오에 적용된 기본 값은 백신 개발과정에서 나온 머크사 연구실의 비공개 자료이며, 이는 최근 허가된 제품의 결과 값과 거의 유사하다.

임상시험 결과로 얻어진 매년 수두 감수성의 증가비율( $W$ )은 0.031%로 볼 수 있으며, 일시적 방어력도 얻지 못하는 백신의 완전한 실패( $P$ )는 6%, 미접종자와 비교하였을 때 접종자가 수두에 걸릴 비율( $b$ )은 73%, 일시적 방어력을 가진 상태에서 수두 접종으로 인하여 면역력을 갖게 되는 비율( $k$ )은 91%로 적용하였다.

Brisson 환자 수 추계 모델은 수두 1차 접종 시 얻게 되는 수두에 대한 방어력( $T$ ) 값만이 사용되었으므로, 본 연구에서 1차와 2차 접종 환자 수를 비교하기 위해서는 새로운 연구결과 값이 필요하다. 기존 연구에서 1회 접종의 수두예방 효능에 대하여 다양한 결과를 제시하고 있으나, 2회 접종에 대한 연구는 제한적이다. 선행된 수두백신의 경제성 평가 연구에서 1회 접종은 면역성 검사를 통해 예방접종 효능을 평가하였으며 85~95% 사이 값을 연구에 적용하였다. 미국의

연구에서는 1991년 후반부터 1993년 상반기까지 수두를 앓은 적이 없는 12개월에서 12세 소아를 대상으로 수두 백신을 무작위로 1회 또는 3개월 간격을 두고 2회 접종하고 10년을 추적 관찰하였다. 그 결과 1회 접종 받은 대상에 비해 2회 접종을 받은 대상은 백신접종 후 돌파감염 가능성이 3.3배 낮아졌다(Kuter, 2004).

수두백신의 2회 접종에 대한 경제성 평가에서는 미국에서 2008년 발표된 결과가 유일하며, 1회 접종은 NHIS(National Health Interview Survey)를 통해 조사된 결과를 이용하여 실제 환자 발생 수를 적용하였고, 2회 접종의 효능은 1회 접종보다 3.3배가 감소한다는 기존 연구결과를 활용하여 93%의 효능을 적용하였다(Zhou, 2008).

미국에서 1995년부터 사용된 이후 발표된 19개의 연구논문을 분석한 결과가 2008년 발표되었다. 그 결과 임상적으로 진단받은 수두를 방어하는 효과가 1회 접종 시 평균(mean) 80.7%(range, 44%-100%)로 나타났다(Seward, 2008).

아직까지 우리나라에서는 수두 예방접종에 대하여 피접종자에 대한 효능을 연구한 결과가 없다. 수두 예방접종의 효능에 대하여 국가별, 인종별로 차이가 없다는 가정 하에 미국의 연구결과를 사용하였다. 미국에서 시행된 연구 논문 분석 결과를 보면 1회 접종의 수두에 대한 방어력(T)은 80.7%, 2회 접종은 1회 접종에 비해 3.3배 환자발생이 감소한다고 한다. 따라서 1회 접종의 수두에 대한 방어력은 평균값 80.7% 값을 그대로 적용하였고, 2회 접종은 1회 접종시 환자 발생 수(100-80.7)에 3.3을 나누어 2회 접종의 환자 수(5.85)를 산출한 다음 전체 인구에서 환자 수를 뺀 나머지(100-5.85=94.15)는 수두에 대한 방어력을 가진 것으로 보고 94.15%를 적용하여 분석을 시행하였다.

상대적 잔여 전염성(m)은 백신을 맞고 수두에 감염된 사람으로부터 접종을 하지 않은 감수성자에게 수두가 전파될 확률과 백신을 맞지 않고 수두에 감염된

사람으로부터 접촉을 하지 않은 감수성자에게 수두가 전파될 확률을 상대적으로 비교한 값이다. 본 연구에서는 Brisson 모델에서 임상시험 결과 값으로 사용한 50%를 그대로 적용하였다(표 5).

표 5 수두백신 효능 변수

모델 변수	1차	2차
수두 감수성의 증가율(W) <sup>1)</sup>	0.031	0.031
예방접종후 일시적 방어력을 가질 확률(T) <sup>2)</sup>	80.70%	94.15%
예방접종 완전 실패율(P) <sup>1)</sup>	4%	4%
백신을 맞지 않은 사람에 비해 백신 접종자가 수두에 걸릴 확률(b) <sup>1)</sup>	73%	73%
수두 접촉으로 인해 일시적 면역상태의 사람이 면역기가 될 확률(k) <sup>1)</sup>	91%	91%
백신을 맞지 않은 사람에 비해 백신 접종자가 수두 전파시킬 확률(m) <sup>1)</sup>	50%	50%

- 1) Brisson et al. Analysis of varicella vaccine breakthrough rates: Implication for the effectiveness of immunisation programmes. *Vaccine* 2000;18:2775-8
- 2) Seward et al. Varicella vaccine effectiveness in the US vaccination program: a review. *J Infect Dis.* 2008;197:582-9.



## ⑤ 생물학적 변수

그 외 환자 수 추계를 위한 생물학적 변수에는 잠복기(latent period)와 전염기(infectious period)가 필요하다. 잠복기는 평균 14~16일(10~21일)이며, 전파가 가능한 기간은 발진이 나타나기 전 24~48시간과 발진이 시작된 후 3~7일(수포가 딱지가 될 때까지)이다. 본 연구에서는 캐나다에서 시행된 환자 수 추계 모델에서 적용한 14일과 7일을 각각 잠복기와 전염기로 사용하였다(Brisson, 2000).

#### 4) 입원율

수두예방접종 전략별 입원 비율에 대한 선행연구 결과는 국가마다 차이가 있다. 미국에서 실제 수두 유행 시 조사 결과에 의하면 수두 예방접종을 하지 않았을 경우 1세 미만은 0.65%, 1~4세는 0.23%, 5~9세는 0.11%, 10~19세는 0.22%, 20~39세는 2.11%가 수두로 인해 입원하는 것으로 나타났다(Galil, 2002). 미국 CDC의 비공식 자료에 의하면 수두 예방접종을 하였을 때는 입원비율은 미접종군의 10% 수준으로 나타났으며, 수두 2회 접종 도입 시 근거가 된 비용-편익 분석에서는 이를 근거로 1회 접종과 2회 접종 시 입원환자 수는 미접종군의 10%수준으로 발생하는 것으로 산출하여 분석하였다(Zhou, 2008). 캐나다 조사 결과에 의하면 미접종자의 경우 전 연령 평균 전체 수두환자 중 0.5%가 입원하는 것으로 나타났으며, 8개 연령군별 입원율을 산출한 결과 연령이 높아질수록 입원율도 높아지는 것으로 나타났다. 캐나다에서 시행된 수두 1회 접종 시 비용-효과 분석에서는 1회 접종 시 입원율을 0.1%로 가정하였다(Brisson, 2002).

우리나라와 의료시스템이 유사한 대만의 경우 2000년 건강보험 기준으로 수두환자 100명당 1.41명이 입원하는 것으로 나타났다(Tseng, 2005). 수두 백신이 대만에 1998년 도입되었고, 2004년 정기 예방접종으로 포함되었음을 감안할 때 수두 예방접종을 한 사람이 일부 포함된 수치일 것으로 추측된다. 우리나라 수두발생 환자 중 입원비율은 2006년 건강보험 청구 자료를 기준으로 하였을 때, 수두환자 총 178,425명 중 1,777명이 입원하여 약 1%정도가 입원하는 것으로 나타났다. 하지만 이 자료는 수두 예방접종자와 미접종자의 구분이 없다.

미국과 캐나다의 연구에서는 수두 예방접종으로 인한 입원율에 대한 차이는 고려하였으나, 외래 및 입원 진료비용의 감소에 대해서는 차이를 두지 않았다.

하지만 두 연구 디자인을 근거로 시행한 프랑스와 독일의 수두 백신 경제성 평가 연구에서는 미접종자에서 발생하는 수두와 접종자에게서 발생하는 돌파감염에 의한 수두는 질병의 중증도에 차이가 있을 것이라 예상하고, 접종자의 입원율은 미접종자의 1%로, 치료비용은 임의로 50%로 낮추어 연구를 시행하였다(Coudeville, 2005).

본 연구에서는 2005년에 수두가 국가필수예방접종에 도입 되었으므로 2004년 건강보험청구자료는 수두 예방접종으로 인한 입원율의 영향을 받지 않았을 것으로 가정하여 연령별 입원비율을 구하고(표 6), 수두 예방접종 시 미국 연구기준과 동일하게 미접종시에 비해 10%정도 수준으로 감소할 것으로 예상하였다. 자료는 건강보험통계자료(2004)를 이용하여 수두의 질병코드인 ICD10의 B01군을 주상병으로 수진 받은 진료기록이 1건 이상인 전체 연령을 대상으로 단순수두(B01.9), 수두성 수막염(B01.0), 수두성 뇌염, 수두후 뇌염, 수두성 뇌척수염(B01.1), 수두성 폐렴(B01.2), 기타 합병증을 동반한 수두(B01.8)의 입원 진료인원을 총 진료인원으로 나누어 산출하였다. 하지만 외래 및 입원 진료비용의 경우 돌파감염과 자연 수두감염의 차이가 발생한다는 근거가 부족하므로 동일한 진료비용으로 적용하였다.

표 6 수두로 인한 연령그룹별 입원율

	전 연령	0-1세	2-4세	5-11세	12-19세
총 진료인원(명)	211,835	16,758	73,833	105,389	6,965
입원 진료인원(명)	1,614	258	262	352	117
입원율(%)	0.76	1.54	0.35	0.33	1.68

자료원 : 2004 건강보험통계자료. 건강보험공단

#### 마. 할인율 적용

공공사업의 편익과 비용은 일시적으로 발생하는 것이 아니라 수년에 걸쳐 발생한다. 공공사업에 대한 타당성 여부는 현재시점 평가되어야 하므로 미래에 발생하는 편익과 비용과 모두 현재가치로 환산시켜 비교할 필요가 있다. 개인을 사회의 한 구성원으로 파악하고 이들 구성원들의 경제적 행태에 의한 할인율을 사회적 할인율이라 하고, 일반적으로 비용-편익 분석에서 적용되는 가장 적절한 할인율은 사회적 할인율이다 (김동건, 2004). 한국은행이 시중은행이 보유한 어음을 할인해 줄 때 적용하는 금리인 공정한 할인율은 2007년 기준 2.75%이지만, 현재 우리나라의 사회적 할인율은 5%정도이다. 본 연구에서는 수두 예방접종 비용과 수두 치료비용의 경제적 화폐가치 변화가 비슷한 양상으로 변화하므로 적용 의미가 상쇄된다는 가정 하에 할인율을 0%로 적용하여 산출하였다.

### 3. 비용 및 편익 산출

#### 가. 비용의 정의 및 계산

비용은 실제 예방접종을 시행하는데 따르는 비용으로 크게 예방접종 비용과 예방접종후 이상반응으로 인한 비용으로 나눌 수 있다. 예방접종 비용은 다시 직접비(direct cost)와 간접비(indirect cost)로 나눌 수 있는데, 직접비는 백신의 원가 및 인건비, 재료비, 시설비, 행정비 등의 요소가 포함되고, 간접비는 접종을 위해 의료기관에 방문 시 소요되는 시간비용과 교통비를 의미한다. 본 연구에서 비용 산출에 사용된 근거 값들은 모두 2007년 기준으로 재산정 하였다.

예방접종후 이상반응 치료비용은 전체 이상반응 발생자수에 이상반응별로 치료비를 산출한 직접비와 , 이상반응 치료에 따르는 노동력 손실과 교통비용의 간접비로 구성된다. 2005년 국가필수예방접종에 수두백신이 도입된 이후 수두 예방접종후 이상반응은 ‘예방접종후 이상반응 국가보상제도’에 포함되어 보건소와 민간 병·의원 보호자에 의해 신고 되어지고 있다. 하지만 신고 건수는 2005년 3건, 2006년 12건, 2007년 21건으로 3년간 총 63건에 불과하고, 이중 수두백신만 단독 접종한 경우는 2006년 7건, 2007년 13건으로 총 20건이며, 대부분의 사례가 국소이상반응 또는 발열로 특별한 의학적 치료를 요하지 않고 자연 치유되는 수준이었다. 또한 수두백신으로 인한 중증 이상반응이 없다는 기존 연구에 따라(CDC, 2007) 본 연구에서는 백신이상반응에 대한 비용은 비용항목에서 제외하였다.

## 1) 직접비용

예방접종 직접비용은 민간과 공공부문을 구분하여 산정하였다. 이를 위해 민간에서 시행하는 예방접종과 공공부문에서 시행되는 예방접종의 비율(분담율)을 알아야 한다. 앞서 논한 바와 같이 의료기관의 보고율이 낮아 정확한 공공과 민간의 분담률 추정은 어려우며, 지역사회 대상 연구 자료를 활용하여 보건소 분담률 추정할 수 있다.

군포시에서 의료기관에서 보건소로 보고한 실적을 대상으로 예방접종 분담률을 추정한 연구에서 2000년부터 2004년까지 국가필수예방접종에 대해 분담률은 공공과 민간이 각각 39.3%, 60.7%, 로 나타났다. 2005년 수두가 국가필수 도입이후 1~6월까지 평균 분담비율은 공공이 40.3%, 민간이 59.7%로 기타 국가필수예방접종의 분담율과 유사하였다(질병관리본부, 충남대학교, 2006). 본 연구에서는 공공과 민간의 예방접종 분담률을 40%, 60%로 적용하였다.

민간부문에서 시행되는 예방접종은 건강보험 급여항목에 포함되지 않는다. 일반적인 민간 병·의원에서는 백신가격에 행위에 대한 가치를 포함시켜 병원마다 자율적으로 예방접종 가격을 결정하고 있고, 이러한 가격은 지역별로 공유되어 관행수가가 형성된다. 본 연구에서는 보건복지부에서 준비 중인 '필수예방접종비용 국가지원사업'에 사용할 예방접종 수가마련을 위한 연구결과에서 조사한 관행수가인 35,000원(2005년 7월 기준)을 적용하였다(질병관리본부, 한국보건사회연구원, 2006).

보건소에서의 수두 예방접종은 국가필수예방접종이므로 무료로 접종되고 있어, 수두백신 조달가를 직접비용으로 산출하였다.

보건소에서 국가필수예방접종사업으로 사용되는 수두백신은 전량

조달구매하고 있으며, 보건소에 따라 일부수량은 자체구매 하지만 구입가격은 조달가격과 같다. 수두백신 조달가는 2005년부터 2008년까지 11,000원을 유지하고 있다. 백신조달 항목에는 주사기 제공이 포함되어 있다.

보건소의 인건비는 수두 예방접종만을 위해 별도로 추가비용이 드는 것은 아니므로 비용항목에서 제외하였고, 백신과 주사기 이외의 기타 재료비 및 시설비는 원가에 포함된 비용을 산출할 수가 없어 제외하였다.

## 2) 간접비용

예방접종 간접비는 크게 예방접종을 위해 의료기관을 방문하기 위한 교통비와 시간비용으로 구분하여 생각할 수 있다.

교통비는 예방접종을 위해 의료기관을 방문하기 위한 왕복 교통비로 예방접종의 경우 대부분 외래를 이용한다고 가정하였다. 교통비에 대한 선행 연구에서 다양한 결과가 나타났다. 1995년 한국보건사회연구원의 연구결과에 따르면, 의원급의 편도 교통비는 2,090원, 보건소는 1,335원으로 나타났다. 1995년 기준 2007년 교통물가지수 186.2를 적용하여 산출하면 의원급의 왕복 교통비는 7,785원, 보건소는 4,972원이다. 2001년 국민건강영양조사 결과에서는 외래 평균 왕복교통비는 1,693원으로 2001년 기준 2007년 교통물가지수 123.8을 적용하면 2,096원이다(보건복지부, 한국보건사회연구원, 2002). 반면 2005년 국민건강영양조사 결과에 따르면 외래방문을 위한 평균 편도교통비는 8,607원이었고 외래 편도 교통비를 2배한 값에 2005년 기준 2007년의 교통물가지수 108.4를 적용하면 18,660원이 산출된다(보건복지부, 한국보건사회연구원, 2006). 국내에서 시행된 수두 1회 접종의 비용-편익 연구에서는 수두환자를 대상으로 설문조사한 결과

3분의 2가 도보로 의료기관을 이용하였으며, 그 외 버스, 택시, 자가용 등을 이용하였고, 1회 의료기관 방문시 평균 왕복 교통비를 모든 교통수단의 평균 교통비 1,000원으로 계산하여 적용하였다(오진경, 2002).

2001년과 2005년에 시행된 국민건강영양조사 결과는 2001년 대비 2005년 교통물가지수 114.2를 고려하더라도 결과의 차이가 크고, 의료기관 종별 구분에 없이 제시되고 있어 연구에 적용하기 어렵다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 우리나라 민간과 공공의 예방접종 분담률은 60:40으로 의원을 이용할 때와 보건소를 이용할 때 교통비를 구분하여 산출할 필요가 있으므로 본 연구에서는 1995년 보건사회연구원 결과를 2007년 기준으로 교통물가지수를 적용하여 산출한 값을 사용하였다.

시간비용은 인적자본 접근법(human capital approach)을 사용하였다. 인적자원 접근법은 질병이나 사망으로 인한 미래의 생산 가치의 손실을 그 사람의 평균 임금을 사용하여 측정하는 방법이다(이종구, 2003). 예방접종을 위해 보호자가 사용하는 시간에 대한 비용으로, 진료시간 및 교통시간에 시간당 비용을 곱한 값으로 산출할 수 있다. 예방접종은 대부분 외래를 통해 이루어지므로 외래 기준을 적용하였다. 시간비용으로써의 외래 소요시간은 32.72분이었다(보건복지부, 한국보건사회연구원, 2006).

시간에 대한 화폐가치(시간당 임금)는 근로자 월평균 임금이 20세 이상 65세 미만의 경제활동참가율을 곱하고 월평균 근로시간으로 나누어 시간당 임금을 산출하였다. 월평균 임금과 월평균 근로시간은 노동부의 '임금구조 기본통계조사보고서(2007)'에 따라 213만원, 198시간을 적용하고, 경제활동참가율은 통계청의 '국가통계포털'에 따라 각 72.2%를 적용하였다.



**예방접종 간접비용 = 교통비 + 시간비용**

**교통비 = (편도 교통비 × 2) × 교통물가지수**

의원 교통비 = 2,090 × 2 × 1.862 = 7,785 원

보건소 교통비 = 1,335 × 2 × 1.862 = 4,972 원

**시간비용 = 시간 × 시간당 비용**

= 0.55시간 × 7,767원/시간 = 4,272 원

시간 = 외래 소요시간

= 32.72분 = 0.55시간

시간당 임금 = 월평균 임금 × 경제활동참가율 ÷ 월평균근로시간

= 2,130,000원/월 × 0.722 ÷ 198시간/월

= 7,767원/시간

### 3) 총비용

공공과 민간부문에서 2007년부터 20년 간 수두 예방접종을 실시할 때 총 비용은 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{예방접종 총 비용} = \sum_{i=1}^n E_{1i} \times N_{1i} \times (1+r)^{-n} + \sum_{i=1}^n E_{2i} \times N_{2i} \times (1+r)^{-n}$$

$E_{1i}$  :  $i$  번째 년도 공공부문 예방접종자 수

$E_{2i}$  :  $i$  번째 년도 민간부문 예방접종자 수

$N_{1i}$  :  $i$  번째 년도 공공부문 예방접종 비용(직접비용+간접비용)

$N_{2i}$  :  $i$  번째 년도 민간부문 예방접종 비용(직접비용+간접비용)

$r$  : 할인율, 0.00

$n$  : 할인기간, 1, 2, 3, ..., 20번째 해

표 7 수두 예방접종 비용 변수 및 값

비용 편수		비용(원)	
직접	민간 의료기관 예방접종 비용	35,000	
	공공 의료기관 예방접종 비용	11,000	
간접	예방접종을 위한 교통비	민간	7,785
		공공	4,972
	예방접종을 위한 시간비용		4,247

## 나. 편익의 정의 및 계산

예방접종의 비용-편익분석에서 편익(benefit)이란 예방접종 정책으로 인해 피하게 된 질병의 치료비용(averted costs)을 의미한다.

편익은 직접편익(direct benefit)과 간접편익(indirect benefit)으로 나누어 볼 수 있는데, 직접편익이란 수두 예방접종으로 인해 피할 수 있는 수두 및 수두합병증의 입원, 외래 진료비에 비급여 본인부담률을 고려하여 직접치료비로 산출하였고, 간접편익은 수두의 이환과 수두 합병증의 발생으로 인한 교통비, 시간비용, 수두로 인한 사망에 따른 사회적 가치 손실을 산출하였다. 비용과 마찬가지로 편익에 사용된 값들은 모두 2007년 기준으로 가치를 환산하였다.

### 1) 직접편익

직접편익은 수두 예방접종으로 인해 감소되는 수두 질병의 치료비용으로 생각할 수 있다. 직접편익은 건강보험통계자료(2007)를 이용하여 수두의 질병코드인 ICD10의 B01군을 대상으로 단순수두(B01.9), 수두성 수막염(B01.0), 수두성 뇌염, 수두후 뇌염, 수두성 뇌척수염(B01.1), 수두성 폐렴(B01.2), 기타 합병증을 동반한 수두(B01.8)의 입원과 외래 치료비를 계산하여 수두 예방접종 전략에 따라 감소되는 치료비용으로 산출하였다.

수두질병의 진료비는 입원, 외래, 약국으로 구분되고 있으며, 총 진료비(Treatment Amount)를 진료실 인원(Patients)으로 나눈 값을 1인당 비용으로 산출하였다. 입원 시에 소요되는 약제비는 일괄 병원 측에 지급되므로, 건강보험에 청구된 약국 진료비는 외래 시 처방받은 약을 구입하기 위한 비용으로 가정하여 외래치료비에 포함시켰다.

기존 의료보험 청구 자료에는 비급여 부문이 빠져있으므로 총 급여 의료비에 건강보험공단의 '2006년도 건강보험공단의 본인부담 진료비 실태조사' 결과를 이용하여 비급여 본인부담률을 적용하여 산출하였다. 외래의 경우 대부분 수두 예방접종과 치료는 의원에서 이루어지는 것을 가정하여 총 의료비의 6.8%(의원)의 비용이 비급여이고, 입원은 의료기관 종별 입원비율을 알 수 없어 총 의료비의 21.7%(종별 평균)의 비용이 비급여라 생각하여 총 비용을 산출하였다.

표 8 수두 건강보험 급여비용

연령군		전 연령	0~1세	2~4세	5~11세	12~19세
입원	환자 수 (명)	2,110	288	260	460	219
	총 진료비 (1,000원)	1,446,004	170,930	143,155	257,688	149,762
	1인당 진료비 (원/명)	685,310	593,508	550,596	560,191	683,846
외래	환자 수 (명)	200,613	14,634	61,373	107,973	8,206
	총 진료비 (1,000원)	4,604,048	371,845	1,336,578	2,423,767	218,230
	1인당 진료비 (원/명)	22,950	25,410	21,778	22,448	26,594
약국	환자 수 (명)	184,936	13,285	57,216	99,629	7,410
	총 진료비 (1,000원)	3,091,529	179,811	835,168	1,646,689	177,833
	1인당 진료비 (원/명)	16,717	13,535	14,597	16,528	23,999

자료원 : 건강보험공단통계자료. 2007.

**직접편익**

= 수두로 인한 입원 치료비용 감소 + 수두로 인한 외래 치료비용 감소

**수두로 인한 입원 치료비용 감소**

= 미접종시 수두 입원 치료비용 - 전략별 수두 입원 치료비용  
입원 치료비용 = 입원으로 인한 총 진료비 ÷ 입원 환자수

**수두로 인한 외래 치료비용 감소**

= 미접종시 수두 외래 치료비용 - 전략별 수두 외래 치료비용  
외래 치료비용 = 외래로 인한 총 진료비 ÷ 외래환자 수

표 9 수두로 인한 입원 직접 비용

연령군	1인당 급여 입원비(원)	비급여 비율	1인당 입원 진료비(원)
0~1세군	593,508	0.217	722,299
2~4세군	550,596	0.217	670,075
5~11세군	560,191	0.217	681,752
12~19세군	683,846	0.217	832,241

표 10 수두로 인한 외래 직접 비용

연령군	1인당 급여 외래비(원)	비급여 비율	1인당 외래 진료비(원)
0~1세군	38,945	0.068	41,593
2~4세군	36,375	0.068	38,848
5~11세군	38,976	0.068	41,627
12~19세군	50,070	0.068	54,033

## 2) 간접편익

간접편익은 조기사망, 장애로 인한 노동력 손실, 수두 치료를 위한 교통비, 보호자의 시간비용 등을 고려할 수 있다.

미국에서는 수두환자 60,000명당 1명이 사망한다고 보고 있으나(CDC, 2007), 국내에서 수두로 인한 사망과 장애는 보고된 자료가 없고, 미국보다 높을 것으로 가정하기 어려워 수두로 인한 사망과 장애로 인한 환자의 노동력 손실은 편익 항목에 포함하지 않았다.

수두치료를 위해 사용한 교통비는 간접비용 산출과 마찬가지로 1995년 보건사회연구원 결과를 적용하였다. 외래는 대부분 의원을 방문하였을 것이고, 입원은 종합병원과 병원을 이용한 것으로 판단된다. 입원 시 종합병원과 병원의 이용 정도를 구분하기 어려워 종합병원 편도 교통비 3,300원과 병원급 편도 교통비 2,855원의 평균값을 산출하였다. 외래 교통비는 외래 방문시마다 왕복 교통비가 소요되지만, 입원 시에는 입원할 때 편도 교통비와 퇴원할 때 편도교통비만을 고려하였다.

수두치료를 위한 시간비용은 환자가 소아와 청소년일 경우는 보호자의 시간비용, 환자의 성인일 경우 본인의 시간비용을 생각해 볼 수 있다. 하지만 소아나 청소년의 경우 본인의 노동력 손실에 대한 기회비용은 없으므로, 두 가지 모두 성인 1명의 노동력 손실에 의한 기회비용으로 측정될 수 있다. 수두치료를 위한 시간비용도 간접비용 추계와 마찬가지로 근로자 월평균 임금에 20세 이상 65세 미만의 경제활동참가율 0.722를 곱하고 월평균 근로시간으로 나누어 시간당 임금을 산출하였다.

**간접편익 = 입원 간접비용 + 외래 간접비용**

**입원 간접비용 = 입원 교통비 + 입원 인한 작업손실 비용**

**입원교통비 = 입원 편도교통비 × 2 × 교통물가지수(1.862)**

입원 편도교통비 = (종합병원 편도교통비+병원 편도교통비)÷2  
= (3,300원 + 2,855원) ÷ 2 = 3,078원

**입원 작업손실비용 = 입원 일수 × 1일 임금**

입원일수 = 총 방문일수 ÷ 총 환자 수

1일 임금 = 월평균 임금 × 경제활동참가율 ÷ 월평균 근로일수  
= 2,130,000원/월 × 0.722 ÷ 30.4일/월  
= 50,587원/일

**외래 간접비용 = 외래 교통비 + 외래로 인한 작업손실 비용**

**외래교통비 = 외래일수 × 왕복 교통비 × 교통물가지수(1.862)**

외래일수 = 총 방문일수 ÷ 총 환자 수

왕복교통비(의원) = 4,180 원

∴ 외래교통비 = 2.31일 × 4,180원 × 1.862 = 17,979원

**외래 작업손실비용 = 외래 일수 × 외래 소요시간 × 시간당 비용**



표 11 수두로 인한 입원 간접비용

(단위: 원, 일)

연령군	편도 교통비	총 교통비	입원 일수	1일 임금	총 작업손실 비용	총 비용
0~1세군	3,078	<b>11,462</b>	5.93	50,587	<b>300,009</b>	<b>311,471</b>
2~4세군	3,078	<b>11,462</b>	6.28	50,587	<b>317,725</b>	<b>329,188</b>
5~11세군	3,078	<b>11,462</b>	5.97	50,587	<b>301,872</b>	<b>313,335</b>
12~19세군	3,078	<b>11,462</b>	6.40	50,587	<b>323,849</b>	<b>335,312</b>

표 12 수두로 인한 외래 간접비용

(단위: 원, 일, 시간)

연령군	외래 일수	편도 교통비	총 교통비	외래 소요시간	시간당 임금	총 작업손실 비용	총 비용
0~1세군	2.33	4,180	<b>18,173</b>	0.55	7,767	<b>9,975</b>	<b>28,148</b>
2~4세군	2.06	4,180	<b>16,050</b>	0.55	7,767	<b>8,809</b>	<b>24,860</b>
5~11세군	2.16	4,180	<b>16,839</b>	0.55	7,767	<b>9,242</b>	<b>26,081</b>
12~19세군	2.23	4,180	<b>18,957</b>	0.55	7,767	<b>10,405</b>	<b>29,362</b>

### 3) 총편익

위 과정을 근거로 2007년부터 20년간 수두예방접종으로 회피 가능한 편익을 발생환자 수를 근거로 산출한다.

수두 예방 총편익 = 연령별 입원(사망) 환자의 편익 + 외래환자의 편익

$$= \sum_{i=1}^n E_i \times N \times (1+r)^{-n} + \sum_{i=1}^n F_i \times M \times (1+r)^{-n}$$

$E_i$  : 전략별  $i$  번째 년도 연령별 입원환자 발생건수 차이

$F_i$  : 전략별  $i$  번째 년도 연령별 외래환자 발생건수 차이

$N$  : 입원환자의 질병상태별, 연령별 비용단가(직접비용+간접비용)

$M$  : 외래환자의 질병상태별, 연령별 비용단가(직접비용+간접비용)

$r$  : 할인율, 0.00

$n$  : 할인기간, 1, 2, 3, ..., 20번째 해

표 13 수두로 인한 입원 총 질병비용

(단위: 원)

연령군	직접비용		간접비용		총 비용
	급여	비급여	교통비	시간비용	
0~1세군	593,508	128,791	11,462	300,009	<b>1,033,770</b>
2~4세군	550,596	119,479	11,462	317,725	<b>999,263</b>
5~11세군	560,191	121,561	11,462	301,872	<b>995,087</b>
12~19세군	683,846	148,395	11,462	323,849	<b>1,167,553</b>

표 14 수두로 인한 외래 총 질병비용

(단위: 원)

연령군	직접비용		간접비용		총 비용
	급여	비급여	교통비	시간비용	
0~1세군	38,945	2,648	18,173	9,975	<b>69,741</b>
2~4세군	36,375	2,473	16,050	8,809	<b>63,708</b>
5~11세군	38,976	2,651	16,839	9,242	<b>67,708</b>
12~19세군	50,070	3,963	18,957	10,405	<b>83,385</b>

#### 4. 민감도 분석

공공사업을 운영하는 과정에서 예기치 못한 변동 상황이 발생하며 각종 위험요소가 있다. 이처럼 미래에 발생할 수 있는 다양한 변동 상황이 사업에 어떤 영향을 미치는가를 분석하는 것을 민감도분석이라고 한다(김동건, 2004). 본 연구에서는 수두 백신의 효능과 예방접종률에 대한 민감도 분석을 실시하였다.

(1) 수두 백신의 효능 : 1차 84.5%/2차 94.83%

(2) 예방접종률 : 1차 87.8%/2차 87.8%, 1차 98.1%/2차 58.0%

## IV. 연구결과

### 1. 수두 환자 수 추정 결과

수두 예방접종 정책별 향후 20년간 수두 환자 수 추정 결과는 다음과 같다. 수두 예방접종 사업을 미 실시할 경우 2007년 출생코호트 449,027명 중 2007~2026년까지 총 369,098명의 수두 환자가 발생하는 것으로 예측되었으며, 12~15개월에 수두 예방접종을 1회 실시하는 전략 1(1차 접종률 87.8%)의 경우 70,696명의 환자가 발생하는 것으로 예측되었다. 12~15개월과 4~6세에 수두 예방접종을 2회 실시하는 전략 2(1차 접종률 87.8%, 2차 접종률 51.7%)의 경우 20년간 수두 환자 수는 34,253명이었다(표 15).

표 15 향후 20년간 수두 환자 발생 수 추정

(단위 : 명)

연도	전략 (1차/2차 접종률)	미접종 (0%/0%)	전략 1 (87.8%/0%)	전략 2 (87.8%/51.7%)
2007		79	79	79
2008		439	439	439
2009		46,658	33,962	28,435
2010		18,544	2,628	2,377
2011		72,517	161	95
2012		24,712	451	38
2013		35,088	3,016	13
2014		32,729	14,603	6
2015		31,252	8,275	4
2016		34,219	1,758	5
2017		31,752	876	13
2018		32,429	1,387	68
2019		1,151	177	26
2020		1,114	626	505
2021		1,100	516	1,400
2022		1,074	174	230
2023		1,072	105	36
2024		1,059	172	22
2025		1,059	491	57
2026		1,052	799	403
계		369,098	70,696	34,253

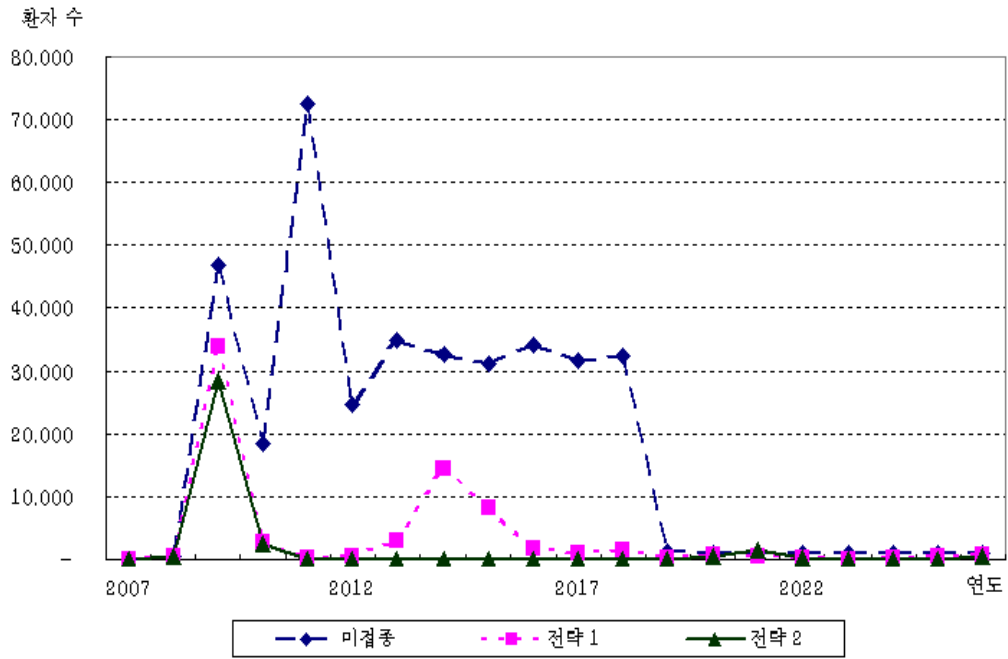


그림 5 대안별 향후 20년간 수두 환자 발생 수 추정

## 2. 비용-편익 분석 결과

### 가. 수도권 예방접종 비용 산출 결과

2007년 출생 코호트가 전략에 따라 소요되는 총 예방접종 비용의 산출 결과는 표 15와 같다. 접종 대상 수는 통계청에서 제공하는 추정인구를 사용하여 1차 접종(12~15개월)은 2008년 1세 인구를, 2차 접종(만 4~6세)은 2012년 5세 인구를 사용하였다. 전체 예방접종 대상자 중 예방접종률을 이용하여 실제 접종인원을 산출하였고, 공공 의료기관 민간 의료기관의 예방접종 분담률에 따라 건당 접종비용(직접비용과 간접비용)을 곱하여 총 접종비를 계산하였다. 그 결과 1회 접종하는 전략 1은 총 14,220,589,437원이 소요되었고, 2회 접종하는 전략 2는 총 22,529,920,643원이 소요되었다.

표 16 수도권 예방접종 비용 산출 결과

(단위: 명, %, 원)

구분	전략 1(1회 접종)		전략 2(2회 접종)			
	1차		1차		2차	
	공공	민간	공공	민간	공공	민간
비용	3,169,472,611	11,051,116,826	3,169,472,611	11,051,116,826	1,851,976,516	6,457,354,690
합계	<b>14,220,589,437</b>		14,220,589,437		8,309,331,206	
	<b>22,529,920,643</b>					

\* 접종대상 수 : 통계청(<http://kosis.nso.go.kr>) 2008년, 2012년 추정인구 자료



## 나. 수두 치료비용 산출 결과

수두 예방접종사업의 편익을 계산하기 위한 수두 치료비용 산출 결과는 대안별로 표 16, 17, 18과 같다. 예방접종 사업을 시행하지 않을 경우 20년간 총 25,873,761,772원이 수두 치료를 위해 사용되고, 수두 1회 접종 시 4,716,363,101원, 수두 2회 접종 시 2,254,488,265원이 수두 치료를 위해 사용된다.

표 17 수두 치료비용 산출 결과 1(미접종시)

(단위 : 명, %, 원)

구분	0~1세군	2~4세군	5~11세군	12~19세군
총 환자 수	519	137,718	222,181	8,681
입원율	1.54	0.35	0.33	1.68
입원비용				
입원 환자 수	8	482	733	146
1인당 입원비용	1,033,771	999,263	995,087	1,167,553
총 입원비용	8,258,311	481,657,943	729,595,289	170,269,116
외래 비용				
외래환자 수	511	137,236	221,448	8,535
1인당 외래비용	69,741	63,708	67,707	83,395
총 외래비용	35,620,020	8,743,033,646	14,993,570,234	711,757,214
총 비용	43,878,331	9,224,691,589	15,723,165,523	882,026,330
				<b>25,873,761,772</b>

표 18 수두 치료비용 산출 결과 2(전략 1)

(단위 : 명, %, 원)

구분	0~1세군	2~4세군	5~11세군	12~19세군
총 환자 수	519	36,751	30,366	3,059
입원율	0.154	0.035	0.033	0.168
입원비용				
입원 환자 수	1	13	10	5
1인당 입원비용	1,033,771	999,263	995,087	1,167,553
총 입원비용	825,831	12,853,511	9,971,690	6,000,961
외래 비용				
외래환자 수	518	36,739	30,356	3,054
1인당 외래비용	69,741	63,708	67,707	83,395
총 외래비용	36,121,435	2,340,528,877	2,055,341,563	254,709,233
총 비용	36,947,266	2,353,392,388	2,065,313,253	260,710,194
				<b>4,716,363,101</b>

표 19 수두 치료비용 산출 결과 2(전략 2)

(단위 : 명, %, 원)

구분	0~1세군	2~4세군	5~11세군	12~19세군
총 환자 수	519	30,907	148	2,680
입원율	0.154	0.035	0.033	0.168
입원비용				
입원 환자 수	1	11	0	5
1인당 입원비용	1,033,771	999,263	995,087	1,167,553
총 입원비용	825,831	10,809,358	48,625	5,256,064
외래 비용				
외래환자 수	518	30,896	148	2,675
1인당 외래비용	69,741	63,708	67,707	83,395
총 외래비용	36,121,435	1,968,312,209	10,022,446	442,092,297
총 비용	36,947,266	1,979,121,567	10,071,071	228,348,361
				<b>2,254,488,265</b>

## 다. 비용-편익 분석 결과

지금까지 산출된 수두 예방접종 비용과 수두 치료비용을 이용하여 전략별 편익-비용비와 순편익을 산출하였다. 전략 1과 전략 2 모두 미접종과 비교 시 경제적인 것으로 나타났다. 미접종과 비교 시 전략 1은 수두 1회 예방접종 사업으로 인해 총 30만 명이 수두에 걸리지 않게 되었고, 이로 인해 212억의 수두 치료비용을 감소시켰다. 편익-비용비가 1.49로 나타났으며 순편익은 69억 발생하였다. 미접종과 비교 시 전략 2는 수두 2회 예방접종 사업으로 인해 총 33만 명이 수두에 걸리지 않게 되었고, 236억의 수두 치료비용을 절감시켰으며, 편익-비용비가 1.05, 순편익은 109억원 발생하였다.

전략 1과 전략 2를 비교하였을 때 만 4~6세에 2차 예방접종을 시행할 경우 1차만 시행하였을 때보다 총 4만 명이 수두에 걸리지 않게 되었고, 이로 인해 25억의 수두 치료비용을 감소시켰다. 편익-비용비가 0.30으로 나타났으며 순편익은 -58억 발생하여 1회 접종보다 경제성이 없음을 알 수 있다(표 20).

표 20 비용-편익 분석 결과

	미접종	전략 1 (1회 접종)	전략 2 (2회 접종)
수두 환자 수(명)	369,098	70,696	34,253
수두 치료비용(원)	25,873,761,772	4,716,363,101	2,254,488,265
미접종과 비교시			
예방되는 수두 건수(명)	-	298,402	334,845
수두 예방접종 비용(원) <sup>①</sup>	-	14,220,589,437	22,529,920,643
수두 치료비용 감소(원) <sup>②</sup>	-	21,157,398,670	23,619,273,507
편익-비용비(BCR) <sup>③</sup>	-	1.49	1.05
순편익(Net-Benefit) <sup>④</sup>	-	6,936,809,233	1,089,352,864
1회 접종과 비교시			
예방되는 수두 건수(명)	-	-	36,443
수두 예방접종 비용 감소(원) <sup>①</sup>	-	-	8,309,331,206
수두 치료비용 감소(원) <sup>②</sup>	-	-	2,461,874,837
편익-비용비(BCR) <sup>③</sup>	-	-	0.30
순편익(Net-Benefit) <sup>④</sup>	-	-	-5,847,456,369

③편익비용비(BCR) = ②수두 치료비용의 감소 / ①수두 예방접종 비용 감소

④순편익(Net-Benefit) = ②수두 치료비용의 감소 - ①수두 예방접종 비용 감소

### 3. 민감도 분석 결과

#### 가. 예방접종 효능 민감도 분석

예방접종 효능을 본 연구에서는 미국의 연구결과를 사용하여 1차는 80.7%, 2차는 94.15%를 적용하였고, 이 값은 기존 수두 효능에 대한 연구결과의 평균값이다. 민감도 분석에서는 평균값 이외의 중위값을 이용하여 계산해보았다.

미국에서 시행된 연구 논문 분석 결과를 보면 1회 접종의 수두에 대한 방어력에 대한 중위값은 84.5%이고, 2회 접종은 1회 접종에 비해 3.3배 환자발생이 감소한다고 한다. 따라서 1회 접종의 수두에 대한 방어력은 중위값은 84.5%를 적용하였고, 2회 접종은 1회 접종시 환자 발생 수(100-84.5)에 3.3을 나누어 2회 접종의 환자 수(5.17)를 산출한 다음 전체 인구에서 환자 수를 빼 나머지(100-5.17=94.83)는 수두에 대한 방어력을 가진 것으로 보고 94.83%를 적용하여 분석을 시행하였다.

예방접종 효능을 1차는 84.5%, 2차는 94.83%로 했을 때 20년간 향후 발생하는 수두 환자 수는 각각 64,831명, 33,790명으로 나타났다(표 21). 경제성 분석 결과 예방접종 비용은 예방접종 효능과 관계없이 기본연구와 같지만, 수두 환자 발생수가 감소하였으므로, 수두 치료비용은 1회 접종시 216억, 2회 접종시 237억 감소하였다. 미접종시와 비교시 1회 접종의 편익비용비는 1.52, 2회 접종의 편익비용비는 1.05로 기본연구와 큰 차이는 없었다. 1회 접종과 2회 접종을 비교하였을 때 편익비용비는 0.26으로 예방접종 효능을 더 낮게 보았던 기본연구 결과인 0.30보다 오히려 낮아 경제성이 떨어지는 것을 나타냈다(표 22).

표 21 예방접종 효능 변화에 따른 수두 환자 발생 수 민감도 분석  
(예방접종 효능 1차 84.5%/2차 94.83%)

(단위 : 명)

연도	전략 (1차/2차 접종률)	미접종 (0%/0%)	전략 1 (87.8%/0%)	전략 2 (87.8%/51.7%)
	2007		79	79
2008		439	439	439
2009		46,658	33,702	30,769
2010		18,544	2,515	2,365
2011		72,517	130	100
2012		24,712	275	25
2013		35,088	1,266	2
2014		32,729	7,998	0
2015		31,252	11,585	0
2016		34,219	3,262	0
2017		31,752	965	0
2018		32,429	687	0
2019		1,151	42	0
2020		1,114	158	0
2021		1,100	546	0
2022		1,074	528	0
2023		1,072	191	0
2024		1,059	95	0
2025		1,059	109	0
2026		1,052	258	10
계		369,098	64,831	33,790

표 22 예방접종 효능 변화에 따른 비용-편익 민감도 분석  
(예방접종 효능 1차 84.5%/2차 94.83%)

	미접종	전략 1 (1회 접종)	전략 2 (2회 접종)
수두 환자 수(명)	369,098	64,831	33,790
수두 치료비용(원)	25,873,761,772	4,299,617,197	2,167,786,071
미접종과 비교시			
예방되는 수두 건수(명)	-	304,267	335,308
수두 예방접종 비용(원) <sup>①</sup>	-	14,220,589,437	22,529,920,643
수두 치료비용 감소(원) <sup>②</sup>	-	21,574,144,575	23,705,975,701
편익-비용비(BCR) <sup>③</sup>	-	1.52	1.05
순편익(Net-Benefit) <sup>④</sup>	-	7,353,555,138	1,176,055,058
1회 접종과 비교시			
예방되는 수두 건수(명)	-	-	31,041
수두 예방접종 비용 감소(원) <sup>①</sup>	-	-	8,309,331,206
수두 치료비용 감소(원) <sup>②</sup>	-	-	2,131,831,126
편익-비용비(BCR) <sup>③</sup>	-	-	0.26
순편익(Net-Benefit) <sup>④</sup>	-	-	-6,177,500,080

③편익비용비(BCR) = ②수두 치료비용의 감소 / ①수두 예방접종 비용 감소

④순편익(Net-Benefit) = ②수두 치료비용의 감소 - ①수두 예방접종 비용 감소



## 나. 예방접종률 민감도 분석

전략 2에 대하여 1차와 2차 예방접종률을 기본 87.8%, 51.7%에서 각각 87.8%, 87.8%와 98.1%, 58.0%에 대해 민감도 분석을 시행하였다. 2차 접종을 1차 접종률인 87.8%와 같다고 가정하였을 때 수두 환자 수는 32,253명으로 감소하였다. 접종률을 기억에 의한 MMR 접종률과 같이 1차 98.1%, 2차 58.0%로 변화시켰을 때 수두 환자 수는 32,936명으로 1, 2차 모두 87.8%의 접종률을 유지하였을 때보다 오히려 환자 발생이 늘어났다(표 23).

경제성 평가에서 예방접종률을 1, 2차 모두 87.8%로 가정하였을 때, 예방접종 비용은 283억이 소요되었고, 수두 치료비용 감소효과는 238억이었으며, 편익비용비는 0.84, 순편익은 -45억으로 기본 전략보다 경제성이 더 낮게 나타났다. 예방접종률을 1차 98.1%, 2차 58.0%로 높였을 때는 예방접종 비용은 252억이 소요되었고, 237억의 수두 치료비용이 감소하였다. 편익비용비는 0.94, 순편익은 -15억으로 접종률이 1, 2차 모두 87.8%였을 때보다 그 폭은 작지만, 기본 전략보다 오히려 경제성은 떨어졌다.

1회 접종하는 전략과 비교하였을 때에는 예방접종률을 1, 2차 모두 87.8%로 가정하였을 때, 예방접종 비용은 141억이 더 소요되었고, 수두 치료비용 감소효과는 26억이었으며, 편익비용비는 0.19, 순편익은 -115억으로 경제적이지 못한 전략으로 나타났다. 예방접종률을 1차 98.1%, 2차 58.0%로 높였을 때는 예방접종 비용이 110억 더 소요되었고, 수두 치료비용은 26억 감소하여 편익비용비 0.23, 순편익 -84억으로 나타나 마찬가지로 1회 접종보다 비용편익적이지 못하였다(표 24).

표 23 예방접종률 변화에 따른 수두 환자 발생 수 민감도 분석  
(예방접종률 87.8%/87.8%, 98.1%/58.0%)

(단위 : 명)

연도	전략 (1차/2차 접종률)	기본 (87.8%/51.7%)	민감도 1 (87.8%/87.8%)	민감도 2 (98.1%/58.0%)
	2007		79	79
2008		439	439	439
2009		28,435	28,435	27,526
2010		2,377	2,380	2,365
2011		95	128	116
2012		38	43	63
2013		13	2	25
2014		6	0	12
2015		4	0	7
2016		5	0	8
2017		13	0	14
2018		68	0	58
2019		26	0	17
2020		505	0	275
2021		1,400	0	1,352
2022		230	0	402
2023		36	0	52
2024		22	0	19
2025		57	1	23
2026		403	756	83
계		34,253	32,263	32,936

표 24 예방접종률 변화에 따른 비용-편익 민감도 분석  
(예방접종률 87.8%/87.8%, 98.1%/58.0%)

	기본	민감도 1	민감도 2
1차/2차 접종률	87.8/51.7	87.8/87.8	98.1/58.0
수두 환자 수(명)	34,253	32,263	32,936
수두 치료비용(원)	2,254,488,265	2,085,883,473	2,160,610,071
미접종과 비교시			
예방되는 수두 건수(명)	334,845	336,836	336,163
수두 예방접종 비용(원) <sup>①</sup>	22,529,920,643	28,331,987,500	25,210,716,531
수두 치료비용 감소(원) <sup>②</sup>	23,619,273,507	23,787,878,299	23,713,151,700
편익-비용비(BCR) <sup>③</sup>	1.05	0.84	0.94
순편익(Net-Benefit) <sup>④</sup>	1,089,352,864	-4,544,109,201	-1,497,564,831
1회 접종과 비교시			
예방되는 수두 건수(명)	36,443	38,433	37,760
수두 예방접종 비용 감소(원) <sup>①</sup>	8,309,331,206	14,111,389,063	10,990,127,094
수두 치료비용 감소(원) <sup>②</sup>	2,461,874,837	2,630,479,629	2,555,753,030
편익-비용비(BCR) <sup>③</sup>	0.30	0.19	0.23
순편익(Net-Benefit) <sup>④</sup>	-5,847,456,369	-11,480,918,434	-8,434,374,064

③편익비용비(BCR) = ②수두 치료비용의 감소 / ①수두 예방접종 비용 감소

④순편익(Net-Benefit) = ②수두 치료비용의 감소 - ①수두 예방접종 비용 감소

## V. 고찰

### 1. 고찰

우리나라에서 수두 2회 접종 도입을 고려하기 위한 수두 2회 접종의 비용-편익분석을 실시하였다. 기존에 국외와 국내에서 보고되는 수두 환자 발생 현황을 살펴보면 대부분 3~6세를 정점으로 하여 가장 수두가 많이 발생하고 이후 급격히 줄어드는 양상을 나타낸다. 하지만 본 연구의 환자 수 추계 결과에 살펴보면 2~4세에 수두가 가장 많이 발생하기는 하나, 그 이후에도 작은 규모의 수두 발생 증가와 감소가 반복되어 나타난다. 이는 Bisson의 수두 환자 추 추계 모형이 개인적 접근이 아니라 타인에 수두 감염의 영향을 최대한으로 모두 고려하여 규모가 작은 수두 유행이 인구 집단사이에서 지속적으로 발생할 가능성까지를 모두 고려하였기 때문이다. 또한 본 연구에서는 전체 인구의 연령별 발생을 절대적으로 비교한 것이 아니라 특정 코호트의 시간의 흐름에 따른 수두 발생 패턴을 살펴본 것이므로 기존의 연령별 수두 발생 현황과는 차이가 발생할 수 있다.

본 연구에서 사용한 Bisson 모형에 적용한 예방접종 효능 및 감염력 변수는 모두 외국 연구결과 값을 사용한 것으로 향후 우리나라 연구에서 변수 값을 산출할 경우 우리나라 상황에 맞는 환자 수 추계가 가능할 것으로 보인다. 또한 선행된 미국과 캐나다, 영국 등의 수두 예방접종 경제성 분석 연구에서는 실제 전염병 발생 신고 자료를 이용하였으므로, 우리나라 전염병 감시 체계를 보다 활성화하여 수두 발생 자료를 구축하여 보다 정확하게 예방접종 사업을 평가하는

것이 필요하다.

본 연구에서 예방접종 비용 추계를 위해 사용한 자료는 크게 소아과개원의 단체에서 발표한 관행수가와 보건소 백신 납품 가격이다. 민간 병원에서 수두 예방접종을 받을 경우 35,000원의 비용이 들고, 보건소에서 예방접종을 받을 경우 11,000원의 비용이 소요되며, 현재 우리나라의 공공과 민간의 예방접종 분담률은 40:60으로 보았다. 현재와 같이 공공과 민간의 예방접종 비용의 차이가 클 경우 국가 예방접종 정책 방향에 따라 예방접종 사업의 경제성이 크게 영향을 받게 된다. 주요 선진국에서 예방접종은 국민의 안위를 보호하기 위한 공공재의 성격으로 국가의 책임으로 이루어지고 있으며, 우리나라에서도 예방접종 비용을 정부가 부담하게 될 경우 예방접종 비용이 정부의 개입으로 인하여 변화될 것이다. 따라서 향후 국가예방접종 사업 변화에 따라 수두 예방접종 사업의 경제성 평가는 다시 시행될 필요가 있다.

수두 예방접종에 대한 외국의 경제성 평가 결과를 살펴보면 대부분 1회 접종에 대해 경제적인 것으로 결론내리고 있다. 우리나라에서 시행된 수두 1회 접종의 비용편익 분석에서는 1999년 출생 코호트 62만 명을 대상으로 백신 접종률 70%, 백신 효능 90%, 할인율 5%를 적용하여 편익비용비가 1.83, 순편익이 144억이라는 결과를 발표하였다(오진경, 2002). 미국에서 시행된 2회 접종에 대한 경제성 평가 결과를 살펴보면 미접종과 비교하였을 때 2회 접종의 편익비용비는 2.73이었으나, 1회 접종에 비해 편익비용비가 0.56으로 경제적이지 않은 것으로 나타났다(Zhou, 2008). 본 연구에서는 수두 비용편익 산출 결과 1회 접종은 편익비용비가 1.49로 선행된 수두 경제성 분석 결과와 큰 차이가 없었다. 2회 접종에 대한 경제성 분석에서는 미접종과 비교할 경우 편익비용비 1.05, 1회 접종과 비교할 경우 0.30으로 값의 차이는 있었으나, 미국 연구결과와 마찬가지로

1회 접종에 비해서는 경제적이지 않은 것으로 나타난 점에서 기존 연구와 결과가 일치한다.

## 2. 연구의 제한점

본 연구의 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

첫째, 비용의 과소추계의 문제이다. 일반적으로 예방접종에 대한 비용편익 분석에서는 예방접종 후에 발생할 수 있는 이상반응에 대한 치료, 관리비용을 예방접종 비용에 포함시켜 계산한다. 하지만 본 연구에서는 국내에서 수두로 인한 이상반응 건수가 매우 적고, 중증도 역시 낮아 비용 항목에서 제외시켰다.

둘째, 편익의 과소추계의 문제이다. 수두 예방접종으로 인해 피할 수 있는 수두 치료비용에는 사망과 장애로 인한 비용까지 포함시켜 산출하여야 한다. 특히 사망의 경우 사례 당 비용이 크게 경제성 평가 결과에 크게 영향을 미치므로 적은 사례라도 포함시키는 것이 연구의 완성도를 높이기 위해 필요하다. 본 연구에서는 수두로 인한 사망과 장애에 대한 객관적 자료가 부족하고, 일반적으로 수두는 중증도가 낮은 질병이며 국외 자료를 검토한 결과 사망사례가 빈번하지 않은 이유에서 편익 항목에서 제외하였으나, 향후 연구에서는 고려할 필요가 있겠다.

셋째, 예방접종 효능 변수가 모두 외국자료를 이용하여 우리나라 군집면역 수준과 인종적 특징을 반영하지 못하였다. 환자 수 추계를 위해 이용한 Brisson 모델에서 예방접종 효능에 다양한 변수 값을 대입하여 개인의 입장이 아니라 집단의 입장에서 미래의 환자를 예측하였다. 하지만 이때 사용한 변수들이 모두 미국과 캐나다의 값이므로 실제로 우리나라 환자 발생과는 차이가 있을 수 있다.

넷째, 경제활동 참가율 적용의 문제점이다. 경제활동 참가율이란 해당 연령에 전 인구에서 경제활동을 하고 있는 사람의 비율이다. 본 연구에서는 평균 임금에 경제활동 참가율을 곱하여 보호자의 시간비용을 산출하였다. 하지만 이러한

방식은 경제활동 측정에 포함되지 않는 가사노동자의 시간비용을 0으로 하는 문제점이 있다.

마지막으로, 할인율을 0%로 적용한 제한점이 있다. 경제성 분석에서 할인율은 시간에 따른 화폐가치의 변화를 현재가치로 변화시켜 비교해 보기 위한 필수적 항목이다. 하지만 본 연구에서는 예방접종 특성상 비용과 편익 모두에서 의료행위에 대한 금전적 가치가 포함되고, 즉 비를 구하는 과정에서 분모값과 분자값에 모두 할인율의 개념이 포함되므로 의미가 상쇄될 것이라는 판단하여 0% 할인율을 적용하였다.



### 3. 결론

우리나라에서의 수두 환자 발생을 추정하여 향후 20년간 수두 예방접종을 통해 얻을 수 있는 편익과 비용을 산출하여 수두 예방접종 횟수에 따른 경제성을 평가하였다. Bisson의 수두 환자 수 추계 모형을 이용하여 2007년 출생코호트 449,027명을 대상으로 20년간 수두 발생을 추정한 결과 접종 전략에 따라 미접종 시에는 369,098명, 1회 수두 예방접종 시에는 70,696명, 2회 수두 예방접종 시에는 34,253명의 환자가 발생하는 것으로 나타났다.

접종률을 87.8%로 보고 1회 수두 예방접종을 시행하였을 때 접종을 하지 않는 것보다 약 30만 명의 환자 발생이 예방되고 142억의 수두 치료비용이 절감된다. 1회와 2회 접종률을 같은 시기에 접종하는 MMR백신과 같이 87.8%, 51.7%로 봤을 때 한번 접종할 경우보다 두 번 접종할 경우 4만 명의 수두 환자가 줄고, 25억의 수두 치료비용이 감소하나, 오히려 예방접종 비용은 83억 증가하여 편익비용비가 0.30으로 경제적이지 못한 것으로 나타났다. 예방접종률을 조정하여 민감도 분석을 시행하여도 기존 결과와 마찬가지로 2회 접종은 1회 접종에 비해 경제성이 떨어지는 것으로 나타났다.

하지만 이는 수두로 인한 질병비용 감소만을 편익에 포함시킨 것으로 기타 수두로 인한 불편감 감소, 건강 효과와 같은 효용가치를 모두 고려한다면 결과는 달라질 수 있다. 경제성 평가는 모든 편익을 경제적 가치로 환산하지 못한다는 근본적인 제한점을 가지고 있고, 경제적으로 판단되지 못하는 부분에 대한 가치 판단은 시대와 정책 종류에 따라 다를 수 있다. 따라서 경제성 평가는 정책 대안 결정에 있어 중요한 근거 일뿐 절대적 기준은 될 수 없다. 2회 수두 예방접종정책 도입 여부는 우리나라의 수두 유행 상황과 국가 예방접종 정책

변화에 따라 결정 되어져야 한다.

향후 수두 예방접종 사업 평가와 2회 접종 도입을 위해서는 국내 수두 발생 현황에 대한 정확한 파악과 수두 예방접종으로 인한 이상반응에 대한 연구, 수두로 인한 장애와 사망에 대한 연구, 한국인을 대상으로 한 수두 백신의 안전성, 유효성 연구 등이 추가적으로 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. 국민건강보험공단. 2006 건강보험 통계연보. 2007
2. 국민건강보험공단. 2006년도 건강보험환자의 본인부담 진료비 실태조사. 2007
3. 김동진. 비용 편익 분석. 박영사. 2004
4. 노동부. 임금구조기본통계 조사보고서. 2007
5. 대한소아과학회. 예방접종지침서. 제5판. 광문출판사, 2002:204-222.
6. 보건복지부, 한국보건사회연구원. 2001년도 국민건강영양조사(제2기). 2002
7. 보건복지부, 한국보건사회연구원. 2005년도 국민건강영양조사(제3기). 2006
8. 식약청, 서울대학교. 인플루엔자 백신(소아) 유용성 평가연구. 2007
9. 신영진, 최보율, 박항배 외. 풍진 예방접종사업의 비용-편익 분석. 예방의학회지. 1994; 27:337-365
10. 오진경. 우리나라 수두 예방접종의 비용-편익 분석. 서울대학교보건대학원. 보건 석사학위 논문. 2002
11. 이종구. 홍역퇴치를 위한 국가예방접종사업의 비용-편익분석. 서울대학교대학원. 의학박사학위 논문. 2003
12. 질병관리본부. 수두관리지침. 2006
13. 질병관리본부. 예방접종대상 전염병의 역학과 관리. 2006
14. 질병관리본부. 가톨릭대학교. 국가예방접종률 조사방법개발 및 예방접종사업 평가지표개발. 2005
15. 질병관리본부, 이화여자대학교. 홍역 예방접종 실태조사 및 예방접종 정책연구. 2008
16. 질병관리본부, 충남대학교. 국가필수예방접종 보장범위확대 시범사업 평가 연구, 2006
17. 질병관리본부, 한국보건산업진흥원, 예방접종서비스 질 개발을 위한 예방접종수가 개발, 2006
18. 질병관리본부, 한림대학교. 국내 수두 정기접종에 따른 유효성과 안전성에 대한

기초 조사. 2005

19. 질병관리본부, 한양대학교. 수두 예방접종정책이 환자 발생과 질병의 중증도에 미치는 영향평가를 위한 연구. 2007
20. 통계청. <http://kosis.nso.go.kr>
21. 한국보건사회연구원. 1995년도 국민건강 및 보건 의식행태조사. 1995
22. 홍창의. 소아과학. 대한교과서. 2007
23. Adriana S. Lopez, Dalya Guris, Laura Zimmerman, et al. One dose of varicella vaccine dose not prevent school outbreaks:is it time for a second dose? *Pediatrics* 2006; 117(6):e1070-1077
24. Beutels P, Clara R, Tormans G, et al. Costs and benefits of routine varicella vaccination in German children. *J Infect Dis* 1996; 174 Suppl 3:S335-41
25. Brisson M, Edmunds WJ, Gay NJ, et al. Modelling the impact of immunization on the epidemiology of varicella zoster virus.? *Epidemiol Infect* 2000; 125(3):651-69
26. Brisson M, Edmunds WJ. The cost-effectiveness of varicella vaccination in Canada. *Vaccine* 2002; 20(7-8):1113-1125
27. Brisson M, Edmunds WJ. Varicella vaccination in England and Wales: cost-utility analysis. *Arch Dis Child* 2003; 88(10):862-869
28. Catherine SD, Rentier B, Wutzler P, et al. Varicella vaccination in Japan, South Korea, and Europe. *J Infect Dis* 2008; 197:S185-190
29. CDC. *Epidemiology and prevention of Vaccine-Preventable Diseases: 10th Edition.* 2008
30. CDC. *Prevention of Varicella: Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP).* *MMWR* 2007; 56(RR-4): 1-37
31. Chaves SS, Gargiullo P, Zhang JX, et al. Loss of vaccine-induced immunity to varicella over time. *N Engl J Med* 2007; 356(11):1121-9
32. Coudeville L, Brunot A, Szucs TD, et al. The economic value of childhood varicella vaccination in France and Germany. *Value Health* 2005; 8(3):209-222
33. Drummond MF, O'Brien BJ, Stoddart GL, et al. *Methods for the economic evaluation*

- of health care programmes, 2nd edit. Oxford University Press, Oxford. 1997
34. Galil K, Brown C, Lin F, Seward J. Hospitalizations for varicella in the United States, 1988 to 1999. *Pediatr Infect Dis J* 2002; 21:931-5.
  35. Gayman J. A cost-effectiveness model for analyzing two varicella vaccination strategies. *Am J Health Syst Pharm*. 1998; 55(24 Suppl 4):S4-8.
  36. Gershon AA, Takahashi M, Seward J. Varicella vaccines. In : Plotkin SA, Orenstein WA, Offit PA, editors. *Vaccines*. 4th ed. Philadelphia : Saunders Co, 2004:783-823.
  37. Gialloreti LE, Divizia M, Pica F, et al. Analysis of the cost-effectiveness of varicella vaccine programmes based on an observational survey in the Latium region of Italy. *Herpes* 2005; 12(2):33-37
  38. HF Tseng, HF Tan, CK Chang. Varicella epidemiology and cost-effectiveness analysis of universal varicella vaccination program in taiwan. *Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 2005; 36(6):1450-1458
  39. Kuter B, Matthews H, Shinefield H, et al. Ten year follow-up of healthy children who received one or two injections of varicella vaccine. *Pediatr Infect Dis J* 2004;23:132-7
  40. Kuter B, Matthews H, Shinefield H, et al. Ten year follow-up of healthy children who received one or two injections of varicella vaccine. *Pediatr Infect Dis J* 2004; 23(2):132-137
  41. Lieu TA, Cochi SL, Black SB, et al. Cost-effectiveness of a routine varicella vaccination program for US children. *JAMA* 1994;271(5):375-381
  42. Lopez AS, Guris D, Zimmerman L, et al. One dose of varicella vaccine does not prevent school outbreaks: is it time for a second dose? *Pediatrics* 2006; 117:e1070-7
  43. Matthew M. Davis. Varicella vaccine, cost-effectiveness analyses, and vaccination policy. *JAMA* 2005; 294(7):845-846
  44. Scuffham PA, Lowin AV, Burgess MA. The cost-effectiveness of varicella vaccine programs for Australia. *Vaccine* 1999; 18(5-6):407-415

45. Seward JF, Marin M, Vazquez M. Varicella vaccine effectiveness in the US vaccination program: a review. *J Infect Dis.* 2008;197:S82-9.
46. Thiry N, Beutels P, Van Damme P, et al. Economic evaluations of varicella vaccination programmes: a review of the literature. *Pharmacoeconomics* 2003; 21(1):13-38
47. Tucker AW, Haddix AC, Bresee JS, et al. Cost-effectiveness analysis of rotavirus immunization program for the United States. *JAMA* 1998; 279(17):1371-6
48. Vazquez M, LaRuissa PS, Gershon AA, et al. Effectiveness over time of varicella vaccine. *JAMA* 2004;291:851-92
49. Zhou F, Harpaz R, Jumaan AO, et al. Impact of varicella vaccination on health care utilization. *JAMA* 2005; 294(7):797-802
50. Zhou F, Ismael R, Guris D, et al. An economic analysis of the universal varicella vaccination program in the United States. *J Infect Dis* 2008; 197:S156-164

= ABSTRACT =

## A Cost-Benefit Analysis of Varicella Vaccination of 2-doses

Sun-Kyoung Park

Graduate School of

Public Health Yonsei University

(Directed by Professor Hye-Young Kang, Ph D)

Despite the fact that varicella is a contagious disease with strong infectivity, it was listed as a legal communicable disease, and designated as NIP(National Immunization Program) only in 2005. Presently, it is recommended that infants are to be vaccinated one time when they are 12-to-15-month old in Korea. However, in the United States, it is recommended that the infants get first at age 12 to 15 months, and the second vaccination between four and six years of age from June 2006, for varicella has prevailed even after one-time vaccination. In Korea, there lacks a basis to consider introduction of the second vaccination, due to insufficient evaluation of economical efficiency in relation to varicella vaccination. Therefore, this research aims at evaluating which business strategy would have a higher economical efficiency by analyzing cost-benefit of the second varicella vaccination in Korea.

Varicella vaccination strategy was divided into one-time vaccination strategy (for infants at age 12 to 15 months) and two-time vaccination strategy (for infants at age 12 to 15 months, also toddlers between four and five years of age). Each strategy's cost and benefit was specified and then converted into monetary value. And this value was compared to the one derived from the case of non-vaccination. The comparisons were also made between the two strategies.

To analyze the cost-benefit of varicella vaccination, cohort of infants born in 2007 was selected, and the costs of varicella vaccination that would be accrued for the next 20 years and the benefits that would be able to obtain through prevention of occurrence of varicella were compared by using a decision-making model. Direct and indirect expenses of the varicella vaccination were calculated by dividing them into the portion for civilian medical institution (60%) and for public medical institution (40%). Vaccine costs and the value related to medical practice were included in the direct expense, and time-consuming costs and transportation expenses that would incur when visiting a medical institution were included in the indirect one. To figure out benefits that may be gained through varicella vaccination, it is necessary to predict the number of patients would occur for the next 20 years. A mathematical model based on the differential equation developed in Canada was used as the prediction model for number of patients. And the occurrence of patients being predicted for the next 20 years when vaccination has not been performed, when one-time and two-time vaccinations have been



performed, were estimated respectively. And benefits were calculated by multiplying the number of patients that calculated by the treatment expense per patient infected with varicella. Benefits were calculated by dividing them into direct benefits and indirect benefits. Expense for hospitalization, as well as the expense to visit a hospital as an outpatient was included in the direct benefits, and transportation expenses and time-consuming costs to treat varicella were included in the indirect ones.

The results from estimation of the patients for the next 20 years by the varicella vaccination strategy as follows: when varicella vaccination project has not been performed, total 369,098 patients would occur among 449,027 young children-the cohort of infants born in 2007, up until 2007 to 2026. In case of strategy 1 (the rate of first vaccination, 87.8%) that performs one-time vaccination against varicella for 12-to-15-month baby, it was predicted that 70,696 patients would occur, and in case of strategy 2 (the first vaccination rate, 87.8%; the second vaccination rate, 51.7%) that performs two-time vaccination at age 12 to 15 months, and also between four and six years of age, the number of patients was 34,253.

The results from prediction of the number of patients, giving changes in the rate of vaccination were as follows. When assuming the second vaccination rate was same as the first one, the number of patients was reduced to 32,253. When changing the vaccination rate, like MMR vaccination rate by memory, into 98.1% for the first vaccination, and into 58.0% for the second one, the number of patients was 32,936, and the patience occurrence was rather increased

than when the vaccination rate was maintained at 87.8% for both first and second vaccination.

In case that the cohort of infants born in 2007 are vaccinated one time, total 14.2 Billion Won shall be required for their vaccination, and in case that vaccination is performed two times, total 22.5 Billion Won shall be required. When comparing to non-vaccination, total 300 thousand people could be vaccinated against varicella under one-time vaccination strategy. For this reason, varicella treatment expense of 21.2 Billion Won was reduced. The ratio of benefit-cost was 1.49, and net benefit was 6.9 Billion Won. When comparing to non-vaccination, total 330 thousand people were immune to varicella owing to the two-time vaccination strategy. As a result, it cuts down varicella treatment expenses of 23.6 Billion Won. The ratio of benefit-cost was 1.05, and net benefit was 10.9 Billion Won. In other words, one-time and two-time vaccination strategy both showed more cost beneficial than the case of non-vaccination.

When comparing the two strategies, in case of performing the second vaccination at age four to six years, total four Million people more than that of one-time vaccination could be immune to varicella. Because of this, the varicella treatment expense of 2.5 Billion Won was decreased. The ratio of benefit-cost was 0.30, and the net benefit was -5.8 Billion Won, and this indicates that two-time vaccination is less economical efficiency than one-time vaccination.

In conclusion, performance of vaccination against varicella in Korea showed economical efficiency, however, two-time vaccination indicated that the benefit

is not greater than the portion of the increase of expenses. Therefore, the introduction of two-time vaccination shall be carefully determined considering the prevalence of varicella in Korea, and changes in national vaccination policy.