

# 예방접종의 경제성 평가방법과 사례

고려대학교 의과대학 예방의학교실

천 병 철

## Economic evaluation of vaccinations - a methodologic review

Chun, Byung Chul

Department of Preventive Medicine, Medical College, Korea University, Seoul, Korea

The basis of the economic evaluation of vaccination is the balance between the use of the resources (input) and the improvements that result from the vaccination (output). Techniques used for economic evaluation of vaccination are cost analysis, cost-minimization analysis, cost-effectiveness analysis, cost-utility analysis and cost-benefit analysis. Cost analysis seeks to characterize the costs of a given vaccination program. Cost-effective analysis is to help policy-makers decide on the best use of allocated resources, whether cost-benefit analysis is to help policy-makers decide on the overall allocation of resources. Cost-utility analysis is a specific form of cost-effective analysis in which outcomes are reduced to a common denominator such as the quality-adjusted life year (QALY) or disability-adjusted life year (DALY). Many economic analyses have been conducted on vaccines in the world, but there have been a little studies on economic evaluation on vaccines in Korea. This paper reviewed the methodology used to economic evaluation on vaccines and immunizations and addressed some examples of the methods. (*Korean J Pediatr Infect Dis* 2008;15:19-28)

**Key Words :** Cost analysis, Cost-effective analysis, Cost-benefit analysis, Vaccine, Economic evaluation

## 서론

예방접종은 가장 성공적인 질병예방의 수단 중의 하나로 평가되며, 거의 모든 국가에서 예방접종사업을 국가사업 차원에서 중요하게 다루고 있다. 특히 1980년대 이후 많은 국가들이 의료비의 상승과 직면하면서 예방접종사업의 탁월한 경제성에 대한 관심이 커졌고, 백신에 대한 경제적 분석 연구들이 많이 수행되게 되었다<sup>1)</sup>. 또한 최근에 들어서는 새로 개발되는 고가의 백신들이 증가하면서 새로 개발된 백신에 대한 경제적 분석이 활발하게 진행되고 있으며, 이를 정책적으로 이용하기 위한 다양한 방법론들이 시도되고 있다<sup>2)</sup>. 그러나 우리나라

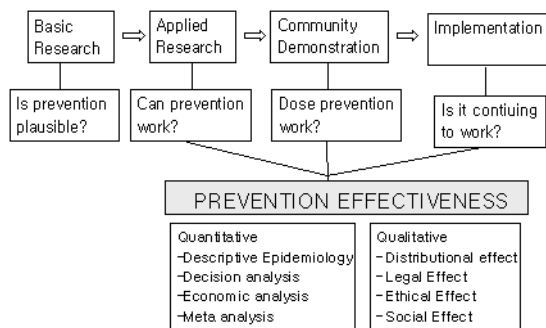
에서는 백신의 경제적 평가에 대한 연구는 여전히 매우 드물다. 백신의 경제적 중요성은 해당 질병의 크기와 부담(burden) 그리고 백신과 백신이외의 다른 보건사업과의 자원배분의 경쟁력에 의해서 결정되는데<sup>3)</sup>, 해당 질병의 부담과 자원에 대한 경제적 가치는 국가마다 다르기 때문에 다른 나라의 결과를 그대로 우리나라에 적용하는 것은 무리가 있다. 우리나라는 예방접종 정책의 근거가 되는 경제적 분석에 소홀하다는 비판을 피하기 어려운 실정이다. 여기서는 우리나라에서도 이 분야가 더욱 활성화 되기를 바라면서 백신의 경제성 평가를 방법론을 중심으로 고찰하고자 한다.

예방접종과 같은 예방보건사업이 효과적인가를 판정하기 위한 단계는 기초 연구에서부터 지역사회에서의 증명에 이르기까지 순차적인 단계를 거친다. 이론적인 기초연구에서는 과연 예방이 논리적으로 가능할 것인가가 주안점이라면 응용연구에서는 예방사업의 효과 유무

책임저자: 천병철, 고려대학교 의과대학 예방의학교실  
Tel: 02)920-6169, Fax: 02)927-7220  
E-mail: chun@korea.ac.kr

판정에 초점을 맞추게 되고 지역사회와 적용단계에서는 과연 효과가 지역사회에서 유의한 것인지, 그리고 이것이 향후에도 그렇게 될 것인지에 초점이 맞추어 진다. 이때 예방효과를 측정하는 기준은 양적인 것과 질적인 것이 있는데, 현실적으로 이 예방사업이 정말로 유의한 것인지를 판정하는 데는 결국 경제적인 분석을 필요로 한다<sup>4)</sup>. 경제적 분석은 이러한 일련의 과정의 하나이며 이 과정을 그림으로 표현하면 다음의 Fig. 1과 같다.

그러나 예방접종에 대한 경제성 평가에서는 다른 예방사업이나 약물경제와는 다른 고유의 부분도 고려해야 하는데, 예를 들면 외부효과(external effect)와 집단면역(herd immunity)에 대한 고려가 그것이다<sup>1)</sup>. 또한 사업의 단위가 통상 국가차원에서 결정된다는 것도 지역사회의 다른 예방사업에 대한 평가와 다른 점이다.



**Fig 1.** Development and implementation of prevention strategies and the role of effectiveness.

**Table 1.** Economic Evaluation Methods

- |                                     |
|-------------------------------------|
| 1. Partial evaluation               |
| - Cost of Illness (COI) analysis    |
| - Cost analysis (CA)                |
| 2. Full evaluation                  |
| - Cost-minimization analysis (CMA)  |
| - Cost-effectiveness analysis (CEA) |
| - Cost-utility analysis (CUA)       |
| - Cost-benefit analysis (CBA)       |

**Table 2.** Measurement of Costs and Consequences in Full Economic Evaluation

Type of study	Measurement of cost	Measurement of consequences
Cost-effectiveness analysis	Monetary unit	Natural unit (life-year gained, decreased number of deaths...)
Cost-utility analysis	Monetary unit	Healthy years (quality-adjusted life years)
Cost-benefit analysis	Monetary unit	Monetary unit

## 1. 경제성 평가 방법의 분류

예방효과에 대한 경제적 판정방법에는 부분평가방법과 완전평가방법이 있다(Table 1). 부분평가 방법은 비용만 측정하는 것으로 예방접종의 효과에 대한 평가가 없는 것이다. 여기에는 질병비용(cost of Illness, COI)과 비용분석(cost analysis, CA)이 있다. 완전평가방법은 비용과 효과에 대한 평가를 모두 수행하는 것으로 비용-최소화 분석(cost-minimization analysis, CMA), 비용-효과분석(cost-effectiveness analysis, CEA), 비용-효용분석(cost-utility analysis, CUA), 비용-편익분석(cost-benefit analysis, CBA) 등이 대표적으로 사용된다. 최근에 와서는 CMA를 따로 구분하지 않고, 평가하는 효과에 따라 다른 완전평가방법으로 흡수시키는 추세이다<sup>5)</sup>.

완전평가방법은 비용에 대한 측정은 동일하나, 효과의 평가 단위를 무엇으로 하는가에 따라 달라진다. CEA의 경우는 생존연수나 사망수의 감소와 같은 단위를 사용하여 효과를 평가하나 CUA에서는 질보정생존연수(quality-adjusted life year, QALY)나 장애보정생존연수(disability-adjusted life year, DALY)와 같은 효용으로 효과를 평가한다. CBA에서는 예방접종과 효과를 모두 경제적 화폐단위로 평가한다(Table 2). CUA와 CBA의 효과평가단위는 일종의 공동단위이기 때문에 서로 다른 효과에 대해서도 비교가 가능하다는 것이 CEA와 다른 점이다.

## 2. 부분평가방법 - 비용분석(CA)

비용분석은 모든 경제평가방법의 기본이 된다. 효과를 평가하지 않고 비용만 평가하는 것은 해당 질병의 경제적인 부담을 측정하기 위한 것이다. 학자에 따라서 부분평가방법을 질병비용(COI)과 비용분석(CA)으로 나누기도 하는데, 해당질병으로 인한 직접비용과 생산성 상실로 인한 재정적 비용이 COI이며, 기회비용을 포함하여 프로그램을 진행하는 필요한 모든 경제적 비용을 포함한 것을 CA로 구분하는 것이다. 기회비용이란 하나의

프로그램에 자원이 사용되었을 때, 다른 프로그램에 사용했을 때 얻을 수 있는 이득이 희생되면서 발생하는 비용이다. 그러나 상황에 따라서는 이 둘을 엄밀히 구분하지 않을 수도 있다.

비용을 구성하는 성분은 직접비용(direct cost)과 간접비용(indirect cost)으로 나누는 것이 보통이다. 직접비용은 다시 직접의료비용(direct medical cost)과 직접비의료비용(direct non-medical cost)으로 나눈다. 직접의료비용은 병원에서 의료인이 소모하는 자원으로 직접 환자의 진료에 관계된 것으로 정의된다. 여기에는 1)

백신이나 약, 2) 임상검사나 방사선 검사, 3) 각종 소모품, 4) 의사, 간호사, 약사, 물리치료사 등 진료구성원의 소요시간, 5) 기타 환자의 식사나 세탁 등의 서비스 비용 등이 포함된다. 이론적으로는 병원을 유지하는데 들어가는 비용이나 부동산 비용까지도 포함되지만, 통상 새로운 백신 프로그램을 위해서 새로 병원을 짓거나 발전시설 등이 필요한 것이 아니라면 이러한 비용은 분석에서 포함하지 않는다.

직접비의료비용은 일반적으로 환자가 병원 밖에서 진료를 받기 위해 지불하는 비용을 말한다. 여기에는 1)

#### 사례분석1 : COI-지역사회획득폐렴의 비용<sup>6)</sup>

개요 : 우리나라의 건강보험자료를 이용하여 지역사회획득폐렴의 비용을 구하기 위해서 다음과 같은 비용정의와 변수를 사용하여 지역사회획득폐렴의 비용을 계산하였다.

비용의 종류		개념적 정의		사용변수
직접 비용	직접 의료비	입원진료비 외래진료비	질병치료를 소요된 질병치료를 소요된	입원 · 원외래진료비 입원 · 외래 비급여본인부담률 약품비 및 약국행위료
	직접 비의료비	입원 직접비용 외래 직접비용	진료비, 교통비, 간병비가 포함된 치료를 위한 진료비, 교통비, 간병비가 포함된 치료를 위한	입원 · 외래진료비 입원 · 외래 비급여 본인부담률 입원 · 외래내원일수 평균왕복교통비 일일평균간병비
간접 비용		조기사망에 따른 소득손실액	질병으로 인한 조기사망비용	사망자수 연평균기대소득 경제활동참가율 취업률
		작업손실비용	질병치료를 위한 입원 및 외래시 작업손실에 따른 비용	비생산율 입원 · 외래내원일수 일일평균소득 경제활동참가율 취업률
직접비용의 계산		간접비용의 계산		
입원직접비용= $\sum \{E_{ij}/(1-\alpha)\} + \sum \{i(N_{ij} \times I) \times M\}$ 외래직접비용= $\sum \{OE_{ij}/(1-\alpha)\} + \sum \{i(O_{ij} \times M)\}$ i: 연령 j: 1,2성별 $\alpha$ : 입원비급여본인부담율 $\beta$ : 외래비급여본인부담율 $E_{ij}$ : 입원진료비 $OE_{ij}$ : 외래진료비 $O_{ij}$ : 외래내원일수 $M$ : 평균왕복교통비 $N_{ij}$ : 입원내원일수 $I$ : 일일평균간병비		조기사망 손실액= $\sum_j \sum_i \{F_{ij} \times (Y_{it+t} \times p_{ij} \times e_{ij}) / (1+r)^i\}$ i: 연령 j: 1,2성별 t: 사망시 연령 t: 년수 $F_{ij}$ : 사망자수 $Y_{it+t}$ : t+t에 발생하는 연평균 기대소득 $p_{ij}$ : 경제활동참가율 $e_{ij}$ : 취업률 r: 할인율 (5%)		
		입원작업손실비용= $\sum_j \sum_i \{N_{ij} \times p_{ij} \times e_{ij} \times y_{ij}\}$ 외래작업손실비용= $\sum_j \sum_i \{O_{ij} \times p_{ij} \times e_{ij} \times y_{ij}\}$ i: 연령 j: 1,2성별 $N_{ij}$ : 입원내원일수 $O_{ij}$ : 외래내원일수 $\delta$ : 입원내원대비 외래내원으로 인한 비생산율 (1/3) $p_{ij}$ : 경제활동참가율 $e_{ij}$ : 취업률 $y_{ij}$ : 일일평균소득		

## 사례분석 2: COI-신종인플루엔자 대유행의 비용<sup>7)</sup>

개요: 모델링을 통해서 신종인플루엔자 대유행시 입원환자, 외래환자, 사망환자 수를 연령별로 구한 후, 위의 사례 분석 1과 같은 정의를 사용하여 우리나라 인플루엔자 대유행시 질병비용을 계산하였음.

인플루엔자 대유행시 초과 사망, 입원 및 외래로 인한 직·간접비용 추계결과\* (천원)

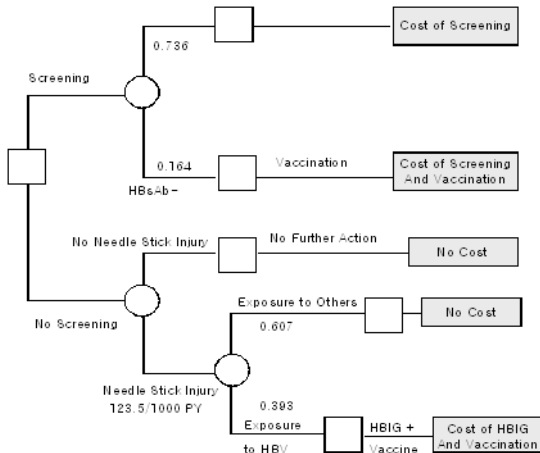
연령	초과사망으로 인한 비용	초과 입원으로 인한 직간접비	초과 외래로 인한 직간접비	합계
0-19세	1,837,190,612	24,774,692	29,455,820	1,891,421,124
20-64세	15,022,696,440	414,052,528	1,117,330,716	16,554,079,684
65세 이상	1,757,081,947	198,061,459	461,570,758	2,416,714,164
합계	18,616,968,999	636,888,679	1,608,357,294	20,862,214,971

\*발병률 30%, 할인율 3% 적용시

## 사례분석 3: CMA-병원종사자를 대상으로 한 B형 간염 예방접종의 CMA<sup>8)</sup>

개요: 종합병원에서 새로 뽑은 의사와 간호사에 대해서 모두 B형 간염 검사와 예방접종을 하는 것과 예방접종을 하지 않고, B형간염환자의 체액에 노출되었을 때 사후처리를 하는 것 중 어느 것이 비용을 최소화할 수 있는 전략인지를 분석함. 결론적으로 모두 검사와 예방접종을 해주면 2년째 부터는 병원의 입장에서 이익이 됨.

### 1) 분석에 사용한 의사결정나무



### 2) 비교 결과 (1,000 Won)

Year	cost of screening+ vaccination (A)	Cost of PEP (B)	Difference (B-A)
1st	19,358,989	12,572,516	-6,786,473
2nd	18,898,061	23,348,959	4,450,898
3rd	18,605,408	32,585,910	13,980,502

병의원을 방문하기 위한 환자의 교통비, 2) 소아환자나 노인처럼 가족이 같이 움직여야 하는 경우는 가족의 교통비도 포함, 3) 환자를 돌보는데 필요한 간병비, 4) 보

험이외에 따로 지불해야 하는 비용 등이 모두 포함된다. 엄밀하게는 이러한 비용이 '비의료비(non-medical cost)'로 구분하기에는 정의상 불분명한 측면이 있다<sup>1, 5)</sup>. 왜냐 하면 교통비나 간병비 등은 직접 의료방문에 영향을 주기 때문이다. 다만 전통적으로 병원에서 소모하는 자원인가 아니면 환자의 지갑에서 나오는 비용인가를 가지고 구분해왔기 때문에 이러한 명칭을 사용한다고 본다.

간접비용은 질병이 환자의 생활에 미치는 영향을 말하는 것으로 여기에는 1) 일시적이나 부분적으로 혹은 영구적 장애로 인한 작업손실, 2) 가족이 환자를 돌보기 위해서 보내는 시간에 대한 작업손실, 3) 가족이나 친지의 환자 돌봄비용 등이 포함된다. 이러한 간접비용을 결정하는 것은 사실 쉽지 않다.

Drummond 등<sup>5)</sup>은 이러한 비용의 구분이 모호한 점 때문에, 비용의 구성을 보건의료영역(health care sector), 비보건의료영역(other sectors), 환자/가족 영역(patient/family), 그리고 생산성 손실(productivity loss)로 다시 나누었다. 그러나 비용자체의 근본적인 내용이 달라지는 것은 아니다.

## 3. 비용-최소화 분석(CMA)

CMA는 같은 결과를 얻기 위해서 최소한의 비용이 소요되는 전략을 얻기 위한 방법론으로 사용되었으며, 주로 두 가지 이상의 프로그램의 비용을 비교하는데 사용되었다. 만약 새로운 방식의 백신이 소개되었다면, 기존의 백신과 비교해서 같은 결과를 얻기 위해서 어느 백신을 사용시 비용을 더 최소화할 수 있는가와 같은 질문에 답하기 위한 분석방법이다.

## 4. 비용-효과분석(CEA)

비용-효과분석은 효과측정의 단위가 몇 명을 질병으

로부터 예방했는가, 혹은 몇 명을 사망에서 구했는가, 혹은 질병의 경과를 얼마나 줄였는가와 같이 자연적인 단위를 사용하기 때문에 이해하기 쉬우며 가장 많이 사용되는 방법 중의 하나이다. CEA는 효과측정의 단위가 같은 여러 개의 예방사업을 비교할 때 사용한다. 예를 들어 소아의 사망을 줄이기 위해서 홍역예방접종과 수두예방접종의 효과를 비교할 수 있다. 이때 비교하는 단위로 사용하는 것이 비용-효과비(cost-effectiveness ratio, CER)이다. 비용-효과비는 프로그램 1(cost 1로 outcome 2를 얻음)과 새로운 프로그램 2(cost 2로 outcome 2를 얻음)가 있을 때 다음과 같이 정의된다.

$$1) \text{ 평균 비용-효과비(P1)} = \frac{\text{cost } t1}{\text{outcome } 1}$$

$$2) \text{ 평균 비용-효과비(P2)} = \frac{\text{cost } t2}{\text{outcome } 2}$$

3) 증분 비용-효과비(Incremental CER)=

$$\frac{P2}{P1} = \frac{\text{cost } t2 - \text{cost } t1}{\text{outcome } 2 - \text{outcome } 1}$$

평균 비용-효과비는 각각의 전략에서 하나의 결과를 얻기 위해서 투입되는 평균 비용을 말한다. 예를 들면

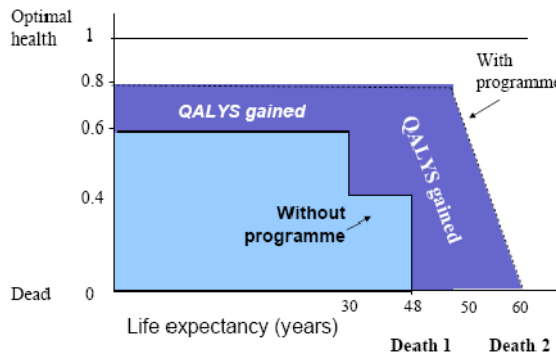


Fig. 2. Diagrammatic representation of QALYs.

Table 3. Methods for QALY determination

Standard gambling method
Time-trade off method
Visual analog scale method
Tests for QOL

Table 4. Four Levels of Vaccine by CUA Results

Level I	Most favorable	Saves money and QALYs
Level II	More favorable	Costs < US\$ 10,000 per QALY
Level III	Favorable	Costs > US\$ 10,000 and < US\$ 100,000 per QALY
Level IV	Less favorable	Costs > US\$ 100,000 per QALY

한 명의 환자를 예방하기 위하여, 혹은 한명의 입원을 예방하기 위하여 들어가는 비용이 된다. 증분 비용-효과비는 기준이 되는 하나의 전략과 비교하여 추가로 하나의 이득을 더 얻기 위해서 들어가는 추가비용을 의미한다. 즉 프로그램 1에 비하여 한 명의 환자를 더 예방하기 위해서 얼마의 비용이 더 들어간다는 방식으로 해석된다.

CEA는 결과를 자연상태대로 해석하고, 이를 금액이나 다른 단위로 환산하지 않기 때문에 이해가 쉽고, 환산에 들어가는 노력을 들이지 않아도 되는 장점이 있는 반면에, 이 때문에 서로 다른 결과를 가진 전략을 비교하지 못한다는 단점이 있다.

## 5. 비용-효용분석(CUA)

비용-효용분석은 프로그램의 결과를 QALY나 DALY와 같은 일반적인 형태로 바꾸기 때문에, 이론적으로 건강과 관련된 결과를 모두 동일한 척도로 비교가 가능하다. 일반적으로 결과를 경제적인 단위로 환산하는 비용-편익 분석보다는 편하다는 장점이 있다.

QALY는 삶의 질을 보정한 생존연수로, 사망이나 상병상태를 모두 QALY라는 하나의 단위로 전환할 수 있다. 따라서 질병으로 인한 사망과 질병의 이환을 모두 줄이는 경우도 하나의 결과물로 산출이 가능하다. Fig 2에서 보는 것 처럼 생존연수와 함께 삶의 질을 이중으로 평가가 가능하다. 이것이 사망과 이환을 동시에 줄이는 예방접종의 경제적 평가에서 CUA가 잘 사용되는 이유이기도 하다.

CUA의 결과는 비용-효용비(CUR)로 나타내는데 이것은 1 QALY당 비용을 나타낸다. ICER과 마찬가지로 ICUR을 계산하며, 두 개의 서로 다른 프로그램을 비교할 때 사용한다.

증분 비용-효용비(Incremental CUR)=

$$= \frac{P2}{P1} = \frac{\text{cost } t2 - \text{cost } t1}{\text{QALY2} - \text{QALY1}}$$

QALY는 0-1 사이에서 정해지는 일종의 가중치이며 이를 정하는 것은 잘 알려진 몇 가지 방법이 있다.

CEA나 CUA에서 계속 논의가 되는 것은 그러면 1

**Table 5.** 3 Groups by CUA Results

---

- \$ per DALY averted < GNI per capita= highly Cost Effective
- \$ per DALY averted =1-3×GNI per capita= Cost Effective
- \$ per DALY averted >3×GNI per capita= not Cost Effective

---

**Table 6.** General Steps for Cost-benefit Analysis

1. List effect of the program for the full range of health and nonhealth outcomes in terms of benefits and costs
  2. Assign values (monetary) to the intervention and the outcomes (Cost-of-illness, willingness-to-pay)
  3. Construct the decision tree
  4. Identified the probabilities
  5. Calculate the NPV (Net present value) of the program
  6. Evaluate the results with sensitive analysis
- 

QALY당 얼마정도 되면 비용-효과가 있다고 평가할 수 있는가 이다. 여기에 대해서는 모든 사람이 동의하는 기준은 없다. 미국의 경우 일반적으로 1 생존연수 당 5,000 달러 정도 되면 비용효과가 있다고 받아들여지고, Laupacis 등<sup>9)</sup>에 의하면 1992년 기준으로 1 QALY당 약 20,000 달러에서 100,000 달러 정도 되면 통상 문제없이 받아들여진다고 한다. Table 4는 백신개발의 우선순위를 위한 위원회(Committee to study priorities for vaccine development)에서 제시한 기준이다<sup>10)</sup>. 즉, 1 QALY당 \$100,000 이상이 되면 통상적으로 효과에 비해서 비용이 비싸서 시장에서 받아들여지지 않는다고 보면 된다. 그러나 이것은 국가나 질병에 따라서 달라질 수 있다.

DALY의 경우는 WHO에 의한 가이드라인이 Table 5와 같이 제시되어 있다. 즉, 그 나라의 1인당 국민총소득과 비교하여 1 DALY averted를 얻는데 드는 비용이 1인당 국민소득의 3배 이상이 되면 비용효과적이지 않다고 판단하는 것이다.

## 6. 비용-편익분석(CBA)

‘비용-편익 분석(Cost-Benefit Analysis, CBA)’은 경제성 평가 중에서도 효율에 대한 경제적 평가방법으로서, 보건사업의 성취정도와 보건사업에 사용된 자원의 양을 각각 경제적으로 환산하여 비교분석 하는 것이다. 일반적으로 비용-편익분석은 어떠한 사업이나 공공 프로젝트의 결정자들이 일정한 목표를 달성하기 위하여 서로 대안이 될 수 있는 사업이나 프로젝트에서 경제적으로 가장 타당성이 큰 방안을 판단하여 선택하는 데 도

움을 주기 위한 분석 기법으로 설명되고 있으며, 보건사업 뿐 아니라 여러 공공사업에서 그 타당성 여부를 판단하는 분석기법으로서 광범위하게 사용되고 있는 분석기법이다<sup>4)</sup>.

비용-편익분석을 수행하는 것은 크게 5 단계로 나눌 수 있다(Table 6). 첫 단계는 보건사업 프로그램(예방접종사업)에서 얻을 수 있는 건강과 또는 다른 결과물들의 비용과 편익을 나열하는 것이다. 두 번째 단계는 보건사업(여기서는 예방접종)과 결과물들에 대한 가치를 배분하는 것인데, 여기서 가치란 화폐단위로 표현된다. 세 번째는 의사 결정나무구조(decision tree)를 구성하고, 확률을 계산하는 것이다. 네 번째는 이 보건사업 프로그램의 순현재가치(Net present value)를 계산하고, 마지막으로 결과를 민감도분석(Sensitivity Analysis)로 점검하게 된다.

예방접종의 비용-편익 분석에서 비용은 예방접종에 소요되는 직간접비용을 말하는 것이며, 편익은 예방접종으로 얻어진 것으로 기대되는 직간접적인 질병비용을 말하는 것이다. 두 번째 단계의 가치배분에서 질병비용의 가치배분은 인간을 생산성 있는 생산요소로 간주하고 기대노동수입을 적정한 사회적 할인율을 사용하여 계산하나, 할인된 현재가치가 노동시간의 감소 및 상실로 인한 생산손실량의 가치와 동일한 것으로 보는 ‘인적 자본접근법(Human Capital Approach)’과 어떤 질병의 비용을 사람들이 그 질병에 걸릴 수 있는 확률의 감소에 얼마만큼을 지불해도 좋다고 생각하는 금액에 의하여 계산하는 ‘지불용의접근법(WTP: Willingness to Pay Approach)’이 있다. 이때 할인율은 비용과 편익의 정확한 계산을 위해서는 시간의 흐름에 따른 가치변화를 고려하기 위하여 사용한다. 공공사업의 비용-편익분석에서는 일반적으로 사회적 할인율을 적용하는데 사회적 할인율 또는 적정 할인율이란 ‘미래의 비용과 편익에 적용될 때, 사회적 실질가치를 산출해내는 비율’로 정의된다. 이 때 사회적 할인율을 어떻게 적용시키는데에 따라 편익이 과소 또는 과대평가 될 수 있으므로 이 때 필요한 여러 가지 가정들을 불확실 요인으로 잡아 이에 따른 예측 범위를 민감도분석(sensitivity analysis)으로 제시하게 된다.

예방접종 프로그램에서 '편익(Benefits)'이란 이 질병이 예방되지 않았을 때 이 질병이나 이 질병으로 인한 후유증을 치료하기 위해 지출되어지는 비용으로 정의하며, 편익은 다시 '직접편익'과 '간접편익'으로 나뉘어진다. '직접편익'이란 사업의 목적과 직접적인 관련을 갖는 편익으로, 해당 병원체의 감염으로 인한 치료비용과 수용시설비 등을 포함한다. '간접편익'이란 사업과 관련하여 부차적으로 발생되는 편익이며, 질병 및 그 합병증으로 인한 이환의 손실로 정의된다. 일반적으로 간접편

익에는 질병으로 인한 사망의 손실도 포함된다. 이때 순편익을 구하는 공식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

\* 순편익 (Net benefits)

$$\sum_{j=0}^n (B_j - C_j) / (1+x)^j$$

j의 범위 : 예방접종 프로그램 시작년도(=0)부터

추적 중, 사망으로 탈락되는 해(=n)까지

Bj : 프로그램 j 년의 편익의 가치

#### 사례분석 4 : CBA - 우리나라 Hib백신의 비용편익 분석<sup>11)</sup>

개요 : Rapid Assessment Tool을 이용하여 우리나라 Hib 질병부담을 계산한 후, 사례분석 1에서 사용한 방법으로 Hib의 COI를 구하고, 여기에 백신프로그램에 의해서 추가되는 비용을 포함해서 총 비용을 산출하였다. 평균적으로 편익이 있었으나, 뇌수막염 발생률에 따른 민감도 분석에서는 뇌수막염의 발생률에 따라 변화가 있었다.

##### 1) 질병비용의 정의

비용	하부군	정의
직접비용	의료비 직접비용 (입원, 외래)	질병치료를 위한 외래 및 입원시 의료비용
	비의료비 직접비용	의료기관방문시 교통비와 간병인 비
간접비용	질병으로 인한 작업손실	입원 및 외래 방문시 이로 인한 작업손실비용
	조기사망으로 인한 손실	질병으로 인한 조기사망시 기대되는 미래 수입의 기회비용
	장애로 인한 손실	장애인의 특수교육비용과 장애로 인한 작업손실비용

##### 2) 백신프로그램의 비용 정의

접종 비용	하부군	정의
직접비용	예방접종 백신 비용	백신 및 주사기 등 소모품 비용
	예방접종 직접비용 (외래)	의료기관 방문시 교통비
	부작용으로 인한 비의료비 직접비용	
간접비용	질병으로 인한 작업손실	예방접종시 이로 인한 작업손실비용
	부작용으로 인한 손실	부작용으로 인한 외래방문시 작업손실비용

##### 3) 90%의 접종률, 95%의 예방효과시 편익이 있기 위한 1회 접종비용

	총 3회 접종인 경우	총 4회 접종인 경우
대상수 (birth cohort)	480,000명	480,000명
접종률	90%	90%
접종횟수	3	4
총 접종횟수	1,296,000	1,728,000
편익이 있기 위한 1회 접종비용		
RAT1( 뇌수막염발생률 기준 )	29,421원	22,066원
RAT2(5 세미만사망률 기준 )	31,064원	23,298원

##### 4) 백신 비용이 15,000원 (백신의 가격이 아님)일 때 예상되는 편익

	RAT1 (뇌수막염발생률 기준)	RAT2 (5 세미만 사망률 기준)
Hib 질병부담	40,167,335	42,314,605
출생코호트 480,000명		
3회 접종시 (90% 접종률)		
총비용 (18,253원 기준)		
4회 접종시 (90% 접종률)	23,655,966	23,655,966
총비용 (18,253원 기준)	31,541,288	31,541,288
3회 접종시 편익	16,511,369	17,658,639
4회 접종시 편익	8,626,047	10,773,317

5) 뇌수막염 발생률에 따른 민감도 분석(질병비용의 변화)			
뇌수막염 발생률	10만당 3.75명 (95% 하한)	10만당 10.8명 (baseline)	10만당 15.7명 (95% 상한)
뇌수막염 비용 (직접비, 간접비, 사망손실, 후유증 손실)	11,828,397	31,416,096	43,268,961
폐렴비용 (직접비용, 간접비용, 사망손실)	3,167,610	8,610,060	11,866,770
패혈증 비용(직접비용, 간접비용)	26,432	75,992	104,076
관절염 비용(직접비용, 간접비용)	16,116	48,348	64,464
연조직염비용(직접비용, 간접비용)	5,613	16,836	22,452
합계	15,043,868	40,167,335	55,326,723

### 사례분석 5: CBA-우리나라 노인에서 독감백신의 비용편익 분석<sup>4)</sup>

개요: 1999년 논산시 노인인구를 대상으로 접종군과 비접종군에서 인플루엔자 시즌동안 심혈관계질환이나 호흡기질환으로 인한 입원과 이와 관련된 비용을 분석하여 순편익을 구하였다.

1) Collection of Costs for Influenza Vaccination for 10,000 Elderly (unit: 1,000 won)

Categories	Cost
Program Cost	
-Fixed cost (facility, personel, supplies)	7,400
-Vaccine cost	30,000
-supplies (syringe, alcohol etc)	2,000
Costs to participants	
-transport	12,000
-product loss (time)	35,000
Costs associated with side effect	
-drug, transport, product loss	190
Total	86,590

2) Collection of Benefit per 10,000 Elderly (unit: 1,000 won)

Categories	Cost
Outpatient due to influenza-like illness	
-direct (medical cost)	2,520
-indirect (transpot, production loss)	6,426
Inpatient	
lower respiratory diseases	
-direct	61,220
-indirect	23,856
cardiovascular diseases (except CVA)	
-direct	27,879
-indirect	10,224
CVA	
-direct	62,357
-indirect	22,300
Total	206,012

3) 순편익=206,012천원-86,590천원=119,420천원

4) 순편익/순비용 비는 1.38

Cj: 프로그램 j 년의 비용의 가치

x: 할인율

### 7. 경제성 평가에서의 고려점

비용의 계산에서 반드시 고려해야 하는 것은 관점(perspective)와 할인율(discount rate)이다. 사회적인 관점에서는 국가나 사회의 입장에서 발생하는 모든 비용과 편익을 다 수집하여야 한다. 이 관점에서는 누가 손해를 보고 누구에게 편익이 되는지 보다는 사회적으로 편익이 있는지 없는지를 평가한다. 그러나 평가자의 관점이 병원이나 환자, 혹은 보험기관이라면 기관의 관점에서 손해와 편익을 계산하기 때문에 그 결과는 많이 다르게 된다.

또한 비용-편익분석에서 할인율은 intervention(여기서는 예방접종)후 효과가 있는 시간상의 차이로 인한 할인율로서 현재가치(present value)는 비록 절대값이 똑 같고 인플레이션이 없더라도 미래에 받는 것보다는 가치가 큰 점을 고려한 것이다. 즉, 할인율은 비용과 편익의 정확한 계산을 위해서 시간의 흐름에 따른 가치변화를 고려하기 위하여 사용한다. 공공사업의 비용-편익 분석에서는 일반적으로 사회적 할인율을 적용하는데 사회적 할인율 또는 적정 할인율이란 '미래의 비용과 편익에 적용될 때, 사회적 실질가치를 산출해내는 비율'로 정의된다. 즉, 현재의 가치는 다음과 같은 공식으로 나타낸다.

$$PV = \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1+r)^t}$$

PV(Present value): 현재가치

F<sub>n</sub>: n년 후의 미래가치

r: 할인율

t: 기간



**Table 7.** Checklist for the Submission of Economic Evaluations to the British Medical Journal<sup>1)</sup>

**Study design**

- (1) The research question is stated
- (2) The economic importance of the research question is stated
- (3) The viewpoint (s) of the analysis are clearly stated and justified
- (4) The rationale for choosing the alternative programmes or interventions compared is stated
- (5) The alternatives being compared are clearly described
- (6) The form of economic evaluation used is stated
- (7) The choice of form of economic evaluation is justified in relation to the questions addressed

**Data Collection**

- (8) The source (s) of effectiveness estimates used are stated
- (9) Details of the design and results of effectiveness study are given (if based on a single study)
- (10) Details of the method of synthesis or meta-analysis of estimates are given (if based on an overview of a number of effectiveness studies)
- (11) The primary outcome measure (s) for the economic evaluation are clearly stated
- (12) Methods to value health states and other benefits are stated
- (13) Details of the subjects from whom valuations were obtained are given
- (14) Productivity changes (if included) are reported separately
- (15) The relevance of productivity changes to the study question is discussed
- (16) Quantities of resources are reported separately from their unit costs
- (17) Methods for the estimation of quantities and unit costs are described
- (18) Currency and price data are recorded
- (19) Details of currency of price adjustments for inflation or currency conversion are given
- (20) Details of any model used are given
- (21) The choice of model used and the key parameters on which it is based are justified

**Analysis and interpretation of results**

- (22) Time horizon of costs and benefits is stated
- (23) The discount rate (s) is stated
- (24) The choice of rate (s) is justified
- (25) An explanation is given if costs or benefits are not discounted
- (26) Details of statistical tests and confidence intervals are given for stochastic data
- (27) The approach to sensitivity analysis is given
- (28) The choice of variables for sensitivity analysis is justified
- (29) The ranges over which the variables are varied are stated
- (30) Relevant alternatives are compared
- (31) Incremental analysis is reported
- (32) Major outcomes are presented in a disaggregated as well as aggregated form
- (33) The answer to the study question is given
- (34) Conclusions follow from the data reported
- (35) Conclusions are accompanied by the appropriate caveats

또 한가지 반드시 고려해야 하는 것은 모델링에 대한 것이다. 모든 비용편익분석에서는 분석에 사용한 모델이 있다. 대부분의 분석에서는 의사결정분석법을 사용한다. 그러나 장기간의 결과를 시뮬레이션하거나 효용을 구하기 위해서는 마르코프 체인 모델과 같은 방법이 종종 쓰인다. 모델은 매년 발생률이 많이 변하는 감염병 분야에 서 안정적인 결과를 가져다 주기도 하지만, 모델에 사용되는 각종 가정들은 현실을 축소시킨 것이기 때문에 한계가 또한 명확하다.

모든 경제성 분석에서는 민감도 분석이 같이 있다. 그 이유는 실제 분석에 여러 가지 가정들이 사용되기 때문이다. 이 가정들이 합리적인 범위내에서 자신의 결과가 타당성을 갖기 때문이다. 따라서 경제성 분석에서 사용된 가정들과 이들이 민감도 분석에서 어떻게 이용되었는지를 유심히 살펴보는 것이 중요하다.

이러한 점에서 British Medical Journal에서는 경제성 평가논문의 가이드라인을 만들었고, 예방접종에 관한 경제성 평가에서는 이를 받아들여 Vaccine지에서 이 가이드라인을 수용하였다<sup>1)</sup>. 이 가이드라인은 결국 백신과

관련된 경제성 평가의 지침이 되기 때문에 이에 맞추어 연구설계와 자료수집 및 분석이 이루어져야 객관적으로 평가를 받을 수 있을 것이다.

## References

- 1) Szucs TD. Health economic research on vaccinations and immunisation practices. an introductory primer. *Vaccine* 2005;23:2095-103.
- 2) Drummond M, Chevat C, Lothgren M. Do we fully understand the economic value of vaccines? *Vaccine* 2007;25:5945-57.
- 3) Jefferson T. Do vaccines make best use of available resources? *Vaccine* 1999;17(Suppl. 3):S69-S73.
- 4) Chun, BC. Cost-Benefit Analysis of influenza vaccination among Korean elderly. Doctoral thesis. Graduate School of Korea University, 2000.
- 5) Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. 3rd Ed. Oxford University Press, Oxford, UK. 2005.
- 6) Choi, Sun-Ja. Disease burden and Economic costs Analysis of Community-Acquired Pneumonia: Estimation from the Korea National Health Insurance Claims Database. Master of Public Health Thesis (Supervised by Chun, Byung Chul). School of Public Health, Korea University, 2007.
- 7) Chun, BC, Lee HK, Park KD. Impact and economic burden of a pandemic influenza in Korea. *Proceedings of Influenza and Pandemic influenza 2008* by IDSA, Washington DC, US. 2008
- 8) Chun, BC, Kim MJ, Kang JH, Lee JS. A cost-minimization analysis of Hepatitis B Virus Screening and Vaccination Program to the Newly Employed Health Care Workers in General Hospitals. *Proceedings of 2002 Spring Conference of Korean Society of Preventive Medicine*, Seoul, Korea. 2002.
- 9) Laupacis A, Feeny D, Detsky A, Tugwell PX. How attractive does a new technology have to be to warrant adoption and utilisation? *Can Med Assoc J* 1992;146:473.81.
- 10) Stratton KR, Durch JS, Lawrence RS, editors. *Vaccines for the 21st Century: a tool for decision making*. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
- 11) Kim, KH, Chun BC, Park HS, Park SE, Choi KM, Lee HJ. Diseases Burden of H. influenzae Type b (Hib) and Immunogenicity of Hib Vaccine. A research report funded by KCDC. 2007.