

# Stochastic Frontier Analysis를 이용한 제약회사의 효율성과 그 결정요인분석

사공진<sup>1</sup> · 김정규<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한양대학교, <sup>2</sup>한국개발연구원 규제연구센터

## An Analysis on the Determinants of Efficiency of the Pharmaceutical Firms using Stochastic Frontier Analysis

Jin Sakong<sup>1</sup>, Jeongkyu Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hanyang University, Seoul; <sup>2</sup>Center for Regulatory Studies, Korea Development Institute, Sejong, Korea

**Background & Methods:** The purpose of this research is to estimate the efficiency of the pharmaceutical firms and the determinants of their efficiency. Stochastic frontier analysis(SFA) and panel study are applied to the data of 60 domestic pharmaceutical firms from 2006 to 2012.

**Results & Conclusion:** First, the result of the stochastic frontier analysis shows that overall efficiency of the pharmaceutical firms is increasing as time goes by. However, if firms are classified by the scale, the larger firms show more efficiency and if classified by the degree of innovativeness, the innovative firms show more efficiency compared to the non-innovative firms. This evidences show that the scale and R&D investment have significant relationships with the efficiency of the pharmaceutical firms. Therefore, it is necessary to increase the national level of investment for the fundamental researches to vitalize R&D of the new drugs.

Second, the result of estimation of the determinants of efficiency shows that the firms with larger sales promotion expenses and entertainment expenses have less efficiency compared to the other firms. This can be explained by the structural characteristics of the small generic pharmaceutical firms. Therefore, the government had better make the pharmaceutical firms to reduce sales promotion and entertainment expenses and increase R&D expenses by introducing systems such as global budgeting system on medicine or reference pricing system.

**Keyword :** Stochastic frontier analysis, pharmaceutical firm, efficiency, panel data, panel study

### 서론

의약품시장은 급속한 고령화의 진전과 만성질환의 증가에 따라 지속적으로 확대되고 있다. 국내 의약품시장의 규모는 의약품 수요의 증가로 인해 치솟는 약제비 증가율을 안정화시키기 위한 정부의 정책하에서도 2007년 약 15조 원에서 2013년 19조 원으로 꾸준히 증가하여 연평균 4.1%의 성장세를 보여 왔으며, 세계 의약품시장의 규모 역시 동 기간 7천 3백억 불에서 9천 6백억 불 이상으로 빠르게 성장해 왔다[1]. 이러한 가운데 노바티스의 글리벡, 일라이릴리의 휴마로그, 다이이찌산쿄의 올메텍 등 항암, 당뇨, 고혈압처럼

중요한 질병에 효능이 있는 블록버스터 의약품의 특허가 만료되고 있고, 개방의 가속화로 인해 제약회사의 글로벌시장 참여의 필요성이 증가하면서 제약산업을 핵심적인 국가 신성장동력으로 육성시켜야 할 당위성이 갈수록 커지고 있다. 지난 2012년 보건복지부는 제약산업 발전 5개년 계획을 수립한 바 있으며, 우리 제약산업의 문제점으로 취약한 research and development (R&D) 투자 규모, 내수 중심의 협소한 시장, 불공정 유통 관행 등을 적시하였고 기술 혁신과 투명한 시장 조성, 글로벌 규모 기업 육성 등을 해법으로 제시한 바 있다.

제약산업의 R&D 투자는 신약개발에 주목적이 있다. 신약개발

**Correspondence to:** Jeongkyu Kim  
Center for Regulatory Studies, Korea Development Institute, 254 Namsejong-ro, Sejong 339-007, Korea  
Tel: +82-10-3856-6338, Fax: +82- , E-mail: regularkim@kdi.re.kr  
**Received:** February 14, 2015 / **Revised:** June 18, 2015 / **Accepted after revision:** June 19, 2015

© Korean Academy of Health Policy and Management  
© It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License  
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permit unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 성공하면 제약회사는 거대한 수익 창출이 가능해지며, 국가적으로 보았을 때도 양질의 일자리 창출과 국가위상 제고 측면에서 효과를 기대할 수 있기 때문에 장기간에 걸친 대규모의 투자라는 위험부담에도 불구하고 세계 각국은 1천조 원 이상의 의약품시장을 놓고 경쟁하며 앞 다퉈서 신약개발에 집중적으로 투자하고 있다. 우리나라의 경우 지난 1999년 처음으로 국산 신약이 허가된 이래 현재까지 총 30개의 국산신약을 개발하였고 최근 몇 개의 신약들이 미국과 유럽은 물론 신흥시장인 브라질과 멕시코 등에서도 허가 취득 및 허가 대기상태로서 국내 제약산업의 글로벌시장 진출에 본격적인 시동을 걸었다 할 수 있겠다.

그러나 이러한 움직임에도 불구하고 우리나라 제약회사들의 매출액 대비 R&D 투자비율은 2012년 기준 평균 7.92%로, 글로벌 제약회사의 14.9%에 비해 아직 많이 부족하다고 할 수 있다. 또한 글로벌시장에서 국내 전체 제약회사가 차지하는 매출액 규모는 약 1.6%에 불과한 반면, 국내 제약회사의 수는 2012년 기준 완제품 제약회사가 299개에 달하고 있다[1]. 이는 미국이나 독일 등 의약 선진국들과 비교하였을 때 산업 전체 매출액 대비 기업의 수가 너무 많은데, 신약개발이 보통 막대한 비용과 리스크를 감내할 수 있을 만한 기업 규모하에서 이루어진다는 것을 고려하면 이렇게 많은 수의 제약회사가 존재하는 이유로 지금까지 우리나라의 제약산업 수익 구조가 대체로 연구개발에 많은 비용을 요구하지 않는 복제약 생산 위주였다는 점, 그리고 꾸준히 문제점으로 제기되어 온 리베이트 관행 등을 들 수 있겠다.

제약회사의 효율성과 관련하여 다음과 같은 선행연구들이 있는 바 Kim과 Kim [2]은 국내 상장 제약회사의 경영효율성을 측정하였는데, 30개 제약회사가 각각 자산과 노동력, 영업비용의 투입에 비해 경상이익을 얼마나 내고 있는지에 대한 지표를 제시하였다. 산출된 효율성의 정도는 회사별로 다양하였지만, 영업비용에는 광고나 연구개발에 쓰인 비용 등이 모두 합산되어 있는 만큼 추가적인 분석이 없다면 어느 요소가 효율성에 어떤 영향을 끼치는지 파악하기에는 한계가 있다 하겠다.

Lee 등[3]은 제약회사의 광고비 효율성에 초점을 두고 연구를 수행하였다. 2010년을 기준으로 광고비를 늘려서 효율성을 높일 수 있는 제약회사가 22개, 광고비를 줄여서 효율성을 높일 수 있는 제약회사가 9개, 적절한 광고비 수준으로 판명된 제약회사가 6개임을 밝혀 이를 통한 제약회사의 매출액 대비 적정 광고비의 가이드라인을 제시하였다. 다만 광고비 외의 다른 요소들에 대한 효율성 분석이 이루어진 것은 아니므로 R&D 등의 요소들이 효율성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있겠다.

이에 본 연구에서는 확률프론티어분석(stochastic frontier analysis, SFA)기법을 사용하여 국내 제약회사들의 연도별 효율성을 추

정하고, 패널분석을 통해 그 결정요인을 분석하여 기업 규모나 연구개발, 기타 제약산업의 이슈가 되어 온 요인들이 실제로 효율성에 어떤 영향을 미치는지 파악해 볼 것이다. 이를 통해 효율성이 높은 제약회사들의 특징은 무엇이며, 효율성 제고를 위해서는 기업이 다양한 종류의 투입요소들 중에 어느 부분에 자원을 투입하는 것이 더 효과적인가에 대한 정책적인 함의도 도출해 보기로 한다.

## 방 법

기술적 효율성이란 주어진 기술 수준에서 일정한 생산요소의 투입으로 생산이 가능한 최대의 산출량에 대한 실제 생산량을 의미한다. 다시 말하면 잠재적으로 달성 가능한 최대 산출량에 도달하지 못하는 만큼 해당 기업이 기술적 비효율성을 갖고 있다는 것을 의미한다. 정해진 자료 내에서 가장 효율적인 생산을 나타내는 효율변경(프론티어 곡선)이 가정되고, 이 변경에서 기업, 즉 의사결정 단위(decision making units, DMU)들이 프론티어 곡선에서부터 얼마나 떨어져 있는지를 알아보는 것이 효율성의 측정방식이다. 효율성을 측정하는 데 쓰이는 방법에는 크게 비모수적 방법론인 자료포락분석(data envelopment analysis)과 모수적 방법론인 SFA가 있는데, 이 두 분석방법의 주된 차이는 오차항을 어떻게 취급하는가에 있다.

SFA는 확률적 모형의 형태를 지님으로써 오차항에서 비효율성을 분리한다. SFA에서 전체 오차항은 확률적 오차항을 나타내는  $v$ 와 생산의 비효율성을 반영하는  $u$ 로 구성되는데, 이를 함수로 표현하면  $Y_i = c + X_i\beta + v_i - u_i$ 의 형태를 갖는다. 식에서 비효율성으로 인한 생산량 하락분의 의미를 갖는  $u$ 는 (-)부호를 통해 비효율성의 의미를 명확히 하고 있다.<sup>1)</sup> 한편 SFA가 이러한 오차항의 형태를 가지기 위해서는 비효율성의 분포를 가정해야 하는데,  $u$ 가 양의 값만을 가지는 이유로 기업들의 생산량이 정규적으로 분포할 경우  $u$ 들은 정규적인 분포를 절단시킨, 양의 값만으로 이루어진 단측분포를 하게 되므로 일반적으로 많이 쓰이는 반정규(half-normal) 분포와 절단정규(truncated-normal) 분포, 그 외에 지수 분포, 감마 분포 등을 가정한다.

SFA기법을 적용한 많은 선행연구들은 2단계 절차를 통해 효율성을 추정해 왔다. 첫 번째 단계에서 확률적 프론티어 모형을 추정하고, 두 번째 단계에서는 효율성의 결정요인을 회귀분석하는 것이다. Battese와 Coelli [4]는 확률적 프론티어 생산함수

$$Y_{it} = \exp(X_{it}\beta + V_{it} - U_{it}) \text{에서 기술효율성(technical efficiency, TE)}$$

$$\text{을 } TE = \frac{Y}{\exp(x\beta+V)} = \frac{\exp(x\beta+V-U)}{\exp(x\beta+V)} = \exp(-U) \text{로 정의한다.}$$

1) 일반적으로 효율성 분석에서  $u$  자체는 양수의 값을 가진다. 생산함수 효율성 추정 식에서  $u$ 는  $-u$ 의 형태로 존재하며, 비용함수의 경우엔  $u$ 가 비용의 증가를 의미하므로  $+u$ 의 형태로 존재한다.

$U$ 가 0이 되는 경우  $TE$ 는 1로서 가장 효율적이라 하겠다.  $TE$ 는 그러므로 0과 1 사이의 값을 가지며, 개별 DMU의  $TE$ 는 0에 가까울수록 비효율적이며, 1에 가까울수록 효율적이다. 두 번째 단계의 추정치는  $TE_{it} = \exp(-U_{it}) = \exp(-Z_{it}\delta - W_{it})$ 로 나타낼 수 있는데,  $Z$ 는 효율성을 결정하는 결정요인이 되는 설명변수,  $W$ 는 절단정규분포를 가지는 확률적 오차항을 의미한다.

Ryu [5]에 의하면 효율성 분석에 있어서 시계열자료를 이용할 경우 DMU의 산출 및 투입요소가 여러 시점에 걸쳐 반복적으로 관찰되기 때문에 기술적 비효율이 시간의 흐름에 따라 변할 수 있다. 이러한 문제를 피하기 위해서 많은 연구들이 패널자료를 사용한 확률프론티어 생산함수모형을 이용하고 있으며 본 연구에서도 이를 이용하여 분석해 보기로 한다. 효율성 분석의 두 번째 단계인 효율성 결정요인에 대한 분석에는 패널자료를 이용한 패널분석을 사용할 것이다.

### 실증 분석

#### 1. 효율성 추정에 대한 모형 설정

제약회사들의 효율성 추정을 위한 확률프론티어 생산함수 모형을 다음과 같이 설정한다.

<식 1>

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j \ln X_{jit} + V_{it} - U_{it}$$

일반적으로 기업의 효율성 및 생산성을 추정하는 연구에서는 확률프론티어 생산함수를 구성하는 산출물 변수로써 매출액이 사용되는데 Battese와 Coelli [4]가 가정하는 콥더글라스 생산함수의 형태인 식 1에서도  $Y$ 는 제약회사의 매출액을 나타내고 있다. 또한 투입 변수로는 노동과 자본이 사용되는데, 자본은 다시 가변적 성격의 자본인 재료와 고정적 성격의 자본인 유형자산으로 나뉜다. 식 1의  $X$  중 노동의 투입변수는 종업원 수이며 자본의 투입변수는 재료비와 유형자산을 사용하기로 한다.  $V$ 는 평균이 0이고 분산이 일정한 독립적인 확률 오차항이며,  $U$ 는 비효율성을 나타낸다(Table 1).

효율성의 추정은 최우추정법(maximum likelihood estimation,

MLE)을 통하여 추정한다. Battese와 Corra [6]에 의하면 오차항의 전체 분산  $\sigma^2$ 은 확률적 오차항의 분산과 비효율성의 분산의 합으로 ( $\sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ) 나타낼 수 있는데, 비효율성의 상대적 크기를  $\sigma_u^2/\sigma^2$ 을 추정함으로써 얻을 수 있다고 하였다. 또한 최대우도추정량은 일치성이 확보되며, 점근적으로 효율성을 갖는다고 알려져 있다. 한편 효율성의 추정에 있어서 Kumbhakar [7]는 오차항  $\theta = u+v$ 는  $\theta = \gamma(t)\tau + v$ 로 표현되고,  $E(\theta) = \gamma(t)$   $E(\tau) = \gamma(t)\mu$ 가 되어 0이 아닌  $\mu$ 가  $\tau$ 의 평균이 되므로 OLS추정량은 편의추정량이자 불일치추정량이 되기 때문에 최소사승법을 사용하지 않는다고 설명하고 있다. MLE의 추정에는 T. J. Coelli의 Frontier 4.1 프로그램을 사용하였다.

#### 2. 효율성 결정요인에 대한 모형 설정

우리나라 제약회사들의 효율성에의 결정요인을 분석하기 위한 패널모형을 다음과 같이 설정하였다.

<식 2>

$$TE_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^5 \beta_j Z_{jit} + \beta_6 d_t + \eta_{it} + W_{it}$$

국내 제약회사의 효율성을 분석한 Jung과 Yoo [8]나 You 등[9], Saranga와 Phani [10]의 해외 연구들에서 공통적으로 기업의 규모와 R&D 집중도를 기업의 효율성에 영향을 미치는 요인으로 분석하고 있는 바, 효율성 결정요인에 대한 식 2에서도 기업 규모와 R&D 투자를 반영하는 변수로써 시장점유율( $Z_{1it}$ )과 매출액 대비 연구개발비 비중( $Z_{2it}$ )을 설명변수로 설정하였다. 시장점유율  $Z_{1it}$ 는  $i$ 기업의  $t$ 기 매출액/ $t$ 기의 국내 의약품 시장 규모로 정의되는데, 시장 규모에는 의약품의 수출액과 수입액을 모두 포함하였다.

연구개발비 비중( $Z_{2it}$ )은 통상 연구비와 개발비로 분리되어 있는 두 가지 비용을 합친 액수를 매출액으로 나눈 것이다. 제약산업에서의 연구비는 신약을 개발하기 위한 기본이라 할 수 있는 신물질(new molecular entities)을 발견하기 위해 투입되는 비용이다. 신약 개발의 초기 단계에 해당하기 때문에 신약 개발로 인한 기업의 수익 창출 시기와의 시차가 존재할 수 있지만 연구가 효율성에 긍정적인 효과가 있다면 연구집중도가 높은 기업과 그렇지 않은 기업 간 차이가 나타날 수 있을 것으로 예상된다. 본 연구에서 연구비는 구체적으로 실제 연구에 사용된 비용뿐만 아니라 연구에 수반되는 경상적인 비용까지 모두 포함하고 있다.

개발비의 대부분은 연구를 통해 발견된 신약의 임상시험에 사용된다. 특히 임상의 단계가 올라갈수록 기간이 길어지며 시험에 참여하는 환자의 수나 발생하는 비용도 커진다. 개발비에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 임상 3단계의 경우를 보면 연구비에 비해 시간적으로는 신약으로 인한 수익 창출 시점에 훨씬 더 근접해 있으며 리스크의 크기<sup>2)</sup>도 훨씬 작다. 반면에 일단 신약 개발이 진행되

Table 1. Variables in equation\* for the efficiency estimation

Variable	Definition
$Y_{it}$	Output variables Sales (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$X_{1it}$	Input variables No. of employees (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$X_{2it}$	Material expenses (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$X_{3it}$	Tangible assets (of the firm $i$ , at the year $t$ )

\*  $\ln Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j \ln X_{jit} + V_{it} - U_{it}$

2) 보통 5천 개에서 1만 개에 이르는 발견 단계의 신약후보물질들 중에 임상시험까지 오는 물질은 5개에 불과하며 이 중 확률상 한 개 정도만이 보건당국의 허가를 받아 시판되는 것으로 알려져 있음

면 고정비의 성격이 강하기 때문에 임의로 줄이거나 늘이기가 용이하지 않다는 특징이 있다. 개발비 항목은 연구비와 마찬가지로 경상적인 비용까지 모두 포함한다.

규모나 R&D 투자 외에 기업의 효율성에 영향을 미치는 변수로는 마케팅에 관련된 것들이 있다. Luo와 Donthu [11]는 광고의 매출에 대한 효율성을 연구하였는데, 광고비 지출이 매출과 양의 관계를 가지지만 지출 대비 이윤은 1을 넘지 못하여 비효율적이라는 결론을 내린 바 있다. 일반적인 기업이 TV나 라디오 등 매체광고를 통해 소비자에게 직접적으로 구매행위를 유발시킨다면 제약회사의 경우는 의약품의 처방권이 의사에게 있기 때문에 좀 더 다양한 마케팅 활동이 전개된다. 소비자에 대한 직접광고의 경우 우리나라는 미국 등과 다르게 약사법에 의해 전문의약품의 광고를 금하고 있으며 일반의약품의 광고 또한 매체광고는 가능하지만 과장광고 등과 관련해 보건당국이 엄격하게 심의하고 있다. 따라서 전문의약품의 광고는 의사나 약사들이 구독하는 전문지 등에 제품을 홍보하는 것으로 이루어지는데, ‘매출액 대비 광고비의 비율’로 정의되는 변수  $Z_{3it}$ 에서 광고비는 일반의약품의 소비자에 대한 직접광고비용과 전문의약품의 전문지 광고비용을 모두 포함하는 개념이다. 특히 광고비에서 가장 큰 비중을 차지하는 항목은 소비자에 대한 직접광고에 들어가는 비용으로서 광고비의 대부분을 차지한다.

주로 소비자보다 의사를 대상으로 이루어지는 제약회사의 마케팅은 프로모션 활동을 통해 보다 적극성을 띄는 바, 그 종류에는 학술대회 개최 및 지원, 제품 설명회, 견본품 제공 등이 있는데, 이러한 활동으로 인해 발생하는 비용은 회계계정상 판매촉진비에 해당된다. 제네릭 의약품은 그 특성상 신약에 비해 제품 자체가 가질 수 있는 경쟁력이 월등히 떨어질 수밖에 없으므로 제네릭 의약품 제조가 주가 되는 제약회사일수록 제품의 판매를 판촉활동에 의지할 것이라는 가정을 할 수 있고 이를 설명변수로 설정하여  $Z_{4it}$  변수는  $i$ 기업의  $t$ 기의 판촉비/ $i$ 기업의  $t$ 기의 매출액으로 정의한다. 한편 판촉활동이 기업차원에서 이뤄지는데 반해 개별 영업차원에서 업무 추진을 위해 지출되는 비용이 존재하는데, 회계계정상 접대

비 항목이 그것이며 변수  $Z_{5it}$ 로 설정하기로 한다.

비용뿐만 아니라 정책이 효율성에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 정부의 ‘약제비 적정화 방안의 시행’을 정책더미변수  $d_t$ 로 하여 식 2에 포함하였다. ‘약제비 적정화 방안’은 크게 가격정책과 사용량에 관한 정책으로 구분되며, 2007년부터 시행되어 왔다. 가장 주목할 만한 것은 기존의 negative list system에서 positive list system (선별등재방식)으로의 전환인데, Sakong과 Lee [12]는 이러한 정책전환을 통해 품질경쟁의 촉진, 구조조정으로 인한 시장개편 등 제약회사들의 효율성 제고를 위한 노력이 예상되는 반면 수익률의 감소와 신약 개발에 대한 유인 감소 등 부정적인 측면 또한 발생할 수 있을 것으로 분석하고 있다. 정책더미변수  $d_t$ 는 정책시행 시점인 2007년부터 1, 그 이전을 0으로 하고 있다. 한편 식 2에서  $\eta_{it}$ 는 시간에 불변인, 관찰할 수 없는 개인적인 효과(individual specific effect)이고,  $W_{it}$ 는 평균이 0이고 분산이  $\sigma^2_w$ 인 확률오차항이다(Table 2).

### 3. 자료에 대한 설명

효율성의 추정과 그 결정요인분석에는 NICE 신용평가정보가 운영하는 KISVALUE 프로그램의 기업재무제표 통계자료를 주로 이용하였다.

KIS-IC 분류에서 제약(352020)에 해당하는 전체 70개 기업 중에서 결산 월이 다른 4개 기업과, 효율성을 추정할 때 필요한 매출액, 종업원 수, 매출원가, 유형자산에 있어서 누락된 데이터가 존재하는 일부 기업을 제외한 60개 기업의 2006년부터 2012년까지의 7년간의 패널자료를 사용하였다. 종업원 수를 제외한 모든 자료는 의약품 생산자물가지수를 사용하여 실질변수로 변환하였으며 각 변수에 대한 연도별 기초통계량은 부록에 실기로 한다.

Table 3에서 알 수 있듯이 지난 7년간 분석에 포함된 60개 국내 제약회사들은 연평균 1,400억 원의 매출을 기록하고 있다. 최댓값과 최솟값은 상당히 큰 격차를 보이는데, 실제로 2011년 기준 국내 완제 의약품 생산업체 267개 중 절반가량이 매출액 100억 원에도 미치지 못하는 영세업체이다[13]. 연구개발비의 비중은 평균적으

Table 2. Variables in equation\* for the determinants of efficiency<sup>3)</sup>

Variable	Definition		
$TE_{it}$	Dependent variable	Efficiency	Efficiency estimated through stochastic frontier analysis
$Z_{1it}$	Explanatory variables	Scale	Sales (of the firm $i$ , at the year $t$ )/Domestic Market Scale (at the year $t$ )
$Z_{2it}$		R&D	R&D expenses (of the firm $i$ , at the year $t$ )/sales (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$Z_{3it}$		Marketing	Advertising expenses (of the firm $i$ , at the year $t$ )/sales (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$Z_{4it}$			Promotion expenses (of the firm $i$ , at the year $t$ )/sales (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$Z_{5it}$			Entertainment expenses (of the firm $i$ , at the year $t$ )/sales (of the firm $i$ , at the year $t$ )
$d_t$		Policy dummy	After 2007: 1, before 2007: 0

$$*TE_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^5 \beta_j Z_{jit} + \beta_6 d_t + \eta_{it} + W_{it}$$

3) 종속변수와 설명변수 들은 모두 자연대수를 취하였음.

**Table 3.** Basic statistics (from 2006 to 2012)

Variable	Average	Standard deviation	Min	Max
Y: Sales (100 million won)	1,377	1,684	54.4	9,310
X <sub>1</sub> : No. of employees (person)	467.6	442.4	14	2,365
X <sub>2</sub> : Material expenses (100 million won)	726	931	13.7	5,255
X <sub>3</sub> : Tangible assets (100 million won)	533	752	5.04	5,729
Z <sub>1</sub> : Market share (%)	0.78	0.94	0.04	4.84
Z <sub>2</sub> : R&D expenses ratio (%)	6.67	11.17	0.02	85.59
Z <sub>3</sub> : Advertising expenses ratio (%)	3.26	3.49	0.002	23.32
Z <sub>4</sub> : Promotion expenses ratio (%)	3.5	2.96	0.002	13.99
Z <sub>6</sub> : Entertainment expenses ratio (%)	1.21	1.55	0.003	10.61
d: Status of policy enforcement	0.86	0.35	0	1

**Table 4.** The maximum likelihood estimation estimates of the equation\*

	Coefficient	Standard-error	T-ratio
β <sub>0</sub> (Constant)	6.47	0.35	18.55
β <sub>1</sub> (Log X <sub>1it</sub> )	0.33	0.02	16.58
β <sub>2</sub> (Log X <sub>2it</sub> )	0.69	0.02	44.10
β <sub>3</sub> (Log X <sub>3it</sub> )	0.01	0.01	0.52
Log likelihood	LR test of the one-sided error	Distribution	No. of observations
317.46	326.51	Mixed chi-square	420

$$* \ln Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j \ln X_{jit} + V_{it} - U_{it}$$

로 매출액의 약 6.7%이며, 마케팅 관련 변수들의 매출액 대비 비중은 판촉비, 광고비, 접대비의 순으로 높게 나타났다. 또한 매출액에서의 마케팅 비용의 비중이 R&D 비용의 비중보다 다소 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 추정결과 및 해석

식 1의 MLE 추정결과는 다음의 Table 4에 나와 있다. 먼저, ‘일방향으로 분포하는 기술적 비효율성이 존재하지 않는다’는 귀무가설을 검증한 결과, 우도비검정(likelihood ratio test) 통계량 326.51은 유의수준 1%에서 자유도 3을 가진 mixed  $\chi^2$ 분포의 임계치 10.501보다 크므로 기술적 비효율성이 존재한다고 해석할 수 있겠다. 추정된 효율성은 다음과 같다.

Table 5에서 알 수 있듯이 전체 효율성의 평균은 0.82로, 이상적인 효율성 수치인 1에 비해서 기업들이 평균적으로 18%의 비효율성을 갖고 있다고 해석할 수 있다. 연평균 효율성이 가장 낮은 DMU (제약회사)는 DMU42 (0.55)이었으며, DMU12는 연평균 효율성이 0.98로 이상적인 프론티어 곡선에 가장 근접하고 있다. 기업별로 효율성의 격차가 큰 반면, 시간이 지날수록 전반적인 효율성은 상승하는 추세를 보이고 있다(Figure 1).

Figure 2는 KISVALUE의 기업 규모별 분류를 통해 대기업과 중소기업으로 구분한 평균 효율성의 연도별 추이를 나타내고 있는바 대기업의 효율성이 중소기업의 효율성보다 평균적으로 12.4%가량

높은 것을 알 수 있다. Figure 3은 2012년에 혁신형 제약회사로 인증을 받은 기업인 22개 DMU들의 연도별 평균 효율성과 나머지 DMU들의 연도별 평균 효율성을 비교한 결과이다. 혁신형 제약회사의 인증기준은 연매출 1,000억 원 이상인 기업의 경우 R&D 투자 실적, 연구인력, 생산시설, 특히, 해외수출 경험 등이며, 연매출 1,000억 미만의 경우 개량신약 등 특화분야에서의 전문성 보유 여부이다. 혁신형 제약회사들은 그렇지 않은 제약기업에 비해 평균적으로 9%에 달하는 효율성에서의 우위를 시현하고 있다.

한편 우리나라 제약회사의 효율성에 영향을 미치는 결정요인에 대한 추정결과가 다음의 Table 6에 제시되어 있다. 패널분석에는 고정효과모형을 사용하여 추정하였는바 이는 Hausman test 결과 설명변수와 개인적인 효과( $\eta$ ) 사이에 상관관계가 존재하여 확률효과모형을 사용할 수 없었고 일치성 있는 추정량을 얻기 위해 고정효과모형(fixed effect model)을 사용한 것이다.

시장점유율은 효율성과 유의한 양의 관계를 나타내고 있는 바, 이는 규모와 효율성의 관계를 설명하는 기존 연구들의 결론과 부합하는 결과라 할 수 있겠다. 연구개발 비중도 효율성과 유의한 양의 관계를 나타내고 있는데, R&D 투자 집중도가 높은 제약회사가 효율성이 높다고 해석할 수 있다.

매출액에서의 광고비의 비중과 효율성의 관계는 정(正)의 관계로서 유의하였다. 판촉 비중의 경우는 효율성과 유의한 음의 관계를 보이고 있는데, 판촉활동에 들어가는 지출의 비중이 높은 기업

**Table 5.** Technical efficiency

Decision making units (firms)	Year							Mean
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.76	0.71
2	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.76
3	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.76
4	0.75	0.77	0.78	0.79	0.81	0.82	0.83	0.79
5	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.68
6	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.88
7	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.73
8	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.8	0.76
9	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.8	0.82	0.77
10	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93
11	0.82	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.85
12	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
13	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.93
14	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.69
15	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
16	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.84	0.85	0.81
17	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.92
18	0.55	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66	0.68	0.61
19	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.87
20	0.78	0.8	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.82
21	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.70	0.72	0.66
22	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.84
23	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.84
24	0.89	0.9	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.91
25	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
26	0.71	0.72	0.74	0.76	0.77	0.78	0.8	0.75
27	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.8	0.76
28	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.92
29	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96
30	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.69
31	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.84
32	0.90	0.91	0.91	0.92	0.93	0.93	0.94	0.92
33	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.78
34	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.8	0.76
35	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94
36	0.76	0.77	0.78	0.8	0.81	0.82	0.83	0.80
37	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.86
38	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
39	0.71	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.76
40	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66	0.68	0.69	0.64
41	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.92
42	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.60	0.62	0.55
43	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95
44	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93
45	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.86
46	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.9	0.88
47	0.65	0.67	0.69	0.70	0.72	0.74	0.75	0.70
48	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97

(Continued to the next page)

Table 5. (Continued)

Decision making units (firms)	Year							Mean
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
49	0.67	0.69	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.72
50	0.89	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92	0.93	0.91
51	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.70
52	0.71	0.72	0.74	0.76	0.77	0.78	0.80	0.75
53	0.86	0.87	0.87	0.88	0.89	0.9	0.9	0.88
54	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97
55	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.83
56	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96
57	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.91	0.91	0.89
58	0.60	0.62	0.65	0.67	0.68	0.70	0.72	0.66
59	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.81
60	0.58	0.60	0.62	0.65	0.66	0.68	0.70	0.64
Mean	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.82

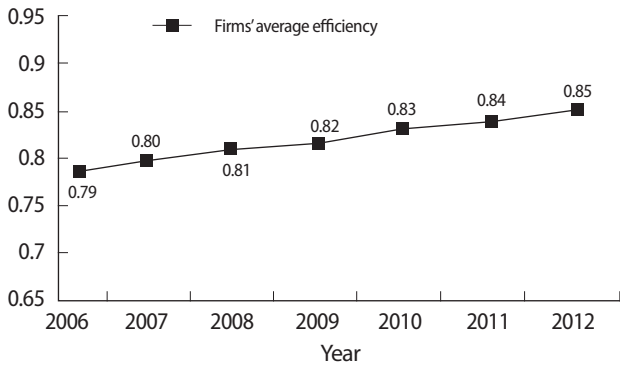


Figure 1. Firms' average efficiency.

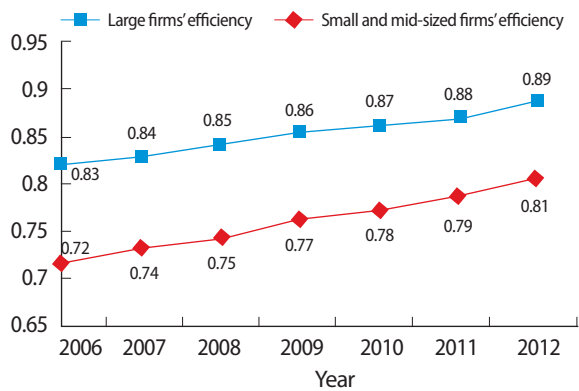


Figure 2. Large firms and small and mid-sized firms' average efficiency by year.

이 그렇지 않은 기업보다 효율성이 낮은 것으로 나타났다. 음성적인 리베이트가 존재할 경우 이것이 매출할인 계정이나 접대비 계정이 아닌 주로 판촉비나 별도의 판매관리 계정으로 처리된다는 것을 고려해 볼 때 판촉비의 효율성에 대한 부(-)의 효과는 의미하는 바가 크다고 하겠다. 접대비비중도 마찬가지로 효율성과 유의한 음

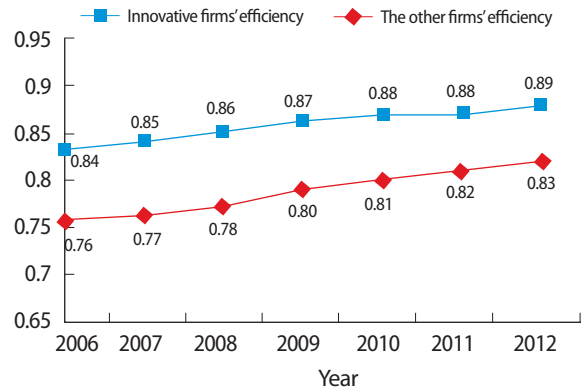


Figure 3. Innovative firms and the other firms' average efficiency by year.

Table 6. Estimation of the determinants of efficiency

Variable	Coefficients (t-value)
Z <sub>1</sub> : Market share	0.031** (3.29)
Z <sub>2</sub> : research and development expenses ratio	0.005* (2.01)
Z <sub>3</sub> : Advertising expenses ratio	0.006* (2.13)
Z <sub>4</sub> : Promotion expenses ratio	-0.006** (-2.86)
Z <sub>5</sub> : Entertainment expenses ratio	-0.011** (-4.61)
d: Policy dummy	0.041** (9.30)
Constant	-0.105 (-1.97)
R <sup>2</sup>	0.406

\*p<0.05. \*\*p<0.01.

의 관계가 있는 것으로 추정되었다. 정책더미 즉, 약제비 적정화 방안의 시행은 효율성에 유의한 양의 효과를 주는 것으로 나타나, 약제비 적정화 방안이 제약산업의 발전에 효과적인 정책이었음이 판명되었다.

## 결론

본 연구에서는 효율성 추정방법 중 하나인 SFA방법과 국내 60개 제약사의 7년간 패널자료를 사용하여 그 효율성을 도출하고 효율성의 결정요인도 추정하였다. 그 결과 전체 효율성의 값은 시간이 지날수록 완전효율을 가정한 프론티어 곡선과의 격차를 줄여나가는 추세를 보임으로써 국내 제약회사들의 경쟁력이 그동안 향상되어 왔음을 알 수 있었다. 반면에 기업 규모나 R&D 투자 규모, 특허보유 등을 기준으로 기업들을 두 그룹으로 분류하여 본 결과 두 그룹의 평균 효율성이 각각 12.4%, 9.0%로 나타나면서 뚜렷한 차이를 보임으로써 규모나 R&D 규모가 효율성에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

효율성 결정요인분석결과 시장점유율과 매출액 대비 연구개발 비중이 효율성과 유의한 양의 상관관계를 나타냄으로써 규모 및 R&D가 효율성에 정의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 제약산업이 가지는 특수성 때문에 보통의 제조업에서 광고마케팅을 의미하는 변수를 본 연구의 결정요인분석에서는 광고비, 판촉비, 접대비의 세 항목으로 구분하여 추정하였는데, 효율성과의 관계에서는 모두 유의하였으며 광고 비중은 양의 상관관계를, 판촉 비중과 접대 비중은 음의 관계를 시현하였다.

기업은 이윤극대화를 그 목표로 한다. 신약개발을 위한 R&D 투자가 아무리 거대한 수익 창출을 이끌어낸다 하여도 모든 제약회사가 막대한 투자금액과 적지 않은 리스크를 짊어질 수 있는 것은 아니다. 과거 제네릭 위주의 제약산업 성장구도로 인해 아직도 수많은 제약회사가 낮은 연구개발 집중도를 보이며 그 영세한 규모로 인해 신약의 연구개발에 대한 투자가 이루어지기도 힘든 구조이다. 또한 미국과 달리 우리나라는 약물의 오남용을 방지하고 소비자에게 광고비용이 전가되어 약제비 지출 증가 및 건강보험 재정부담이 증가하는 것을 막기 위하여 전문의약품이 광고 규제의 대상이며, 일반의약품의 광고 역시 주로 TV를 통한 광고가 주를 이루기 때문에 적은 비용으로 할 수 있는 것은 아니다. 결국 영세 제네릭 의약품 제조회사들일수록 판촉이나 접대비 지출이 주된 마케팅 수단이 될 것이며, 마케팅 경쟁이 과도해질수록 불법적인 리베이트가 암암리에 계속 존재할 유인이 높다 하겠다.

추정결과를 바탕으로 우리나라 제약산업이 나아갈 정책 방향을 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 규모가 큰 그룹이 효율성이 높다는 사실은 제약산업에도 규모의 경제가 작용한다는 의미를 가지며, 효율성의 개선을 위해서는 규모를 키울 필요성을 시사하고 있다. 규모가 작은 그룹이 규모 증대로 개선시킬 수 있는 효율성의 크기가 더 크지만, 효율성이 1에 가까운 대형 제약회사라 하더라도 규모를 키워 효율성을 증가시킬 여지가 없는 것은 아니다. 효율성의 크기는 분석대상 기업들 간 상대적으로 나타나는 수치이기 때문에 미국이나 일본의 대형 제약회사와 그룹으로 묶여 효율성 분석을

하였을 때도 높게 나오리라는 보장은 없기 때문이다. 규모의 증대와 관련하여 이론적으로는 영세 제네릭 제약사가 효율성이 개선될 가능성이 더 크지만 실제로 '제네릭 의약품 생산'이라는 같은 구성을 가진 제약사끼리 mergers & acquisitions (M&A)를 통해 얻을 수 있는 것은 많지 않다는 회의적 의견이 지배적이다. 반면에 대형 제약사, 이를테면 최근 녹십자와 일동제약 간의 관계나 대웅제약과 한올바이오파마 간 인수합병을 살펴보면 전문의약품에 강점을 가진 제약사와 일반의약품에 강점을 가진 제약사끼리, 혹은 거대한 자본력 및 영업력이 강점인 제약사와 바이오, 개량신약 등의 기술력이 강점인 제약사끼리의 시너지효과를 기대한 M&A를 통한 규모 증대가 시도되어졌다고 볼 수 있겠다.

둘째, 제약회사들이 판촉활동 중심의 기업행태로부터 탈피하는 것이 중요하다. 중소 제약회사의 경우 대형 제약회사보다도 특히 접대비를 많이 쓰는 경향이 있는데, 접대비를 많이 쓰는 중소 제약회사들의 경우 54조 원 매출의 현대중공업의 접대비(약 20여억 원)보다도 더 많은 금액을 접대비로 지출하는 것으로 나타났다[14]. Cho [15]는 제약회사의 회계 실무자들이 리베이트 관련 경비를 처리하는 회계계정과목에 대한 선호도를 연구하였는데, 국내 제약회사의 경우 판촉비와 접대비 계정을, 외국인투자 제약회사의 경우 접대비 계정을 주로 선호하는 것으로 밝혀졌다. 이는 판촉비와 접대비가 효율성과 음의 관계를 가졌던 추정결과와 관련하여 생각해 볼 수 있겠다. 판촉과 접대에 쓰이는 비용은 현재 비효율을 야기할 만큼 과도한 것으로 분석된 만큼 효율성 제고를 위해서는 해당 비용을 줄이는 것이 바람직하다. 정책적으로 2014년 7월부터 시행되는 '리베이트 투아웃제'가 판촉 및 접대비용을 줄이는데 큰 효과가 있을 것으로 예상된다. '리베이트 투아웃제'는 제약사가 의약품 채택 대가로 병원, 의사 등에 리베이트를 제공하다 두 번 이상 적발된 경우 해당 의약품을 건강보험 급여대상에서 퇴출시킬 수 있도록 한 제도이다. 다만 대형 제약사일수록 매출액이 큰 만큼 리베이트 적발 시의 리스크도 큰 반면 영세 제약사의 리베이트 근절효과에는 한계가 있을 수 있어 정책의 보완이 필요하다고 하겠다. 향후 2014년 이후의 자료분석을 통해 접대성격 비용의 변화와 효율성의 변화를 분석해 보는 것도 의미 있는 연구가 될 것이다.

마지막으로, 비용과 리스크를 이유로 연구개발형 제약회사로의 전환이 어려운 영세 제네릭 제약회사들의 연구개발 유인을 높이기 위해 제약산업 전반에 대한 투자와 함께 정부의 기초연구에 대한 활발한 지원이 필요하다. 미국은 신약의 발견단계와 매우 밀접한 관계를 갖는 화학, 생물학 등에서의 기초연구가 과거부터 국립보건원을 통해 국가 차원에서 대규모로 이루어져 왔고, 이는 신약개발 발견단계에서의 리스크를 줄여 미국의 대형 제약회사 및 다국적 제약회사들이 지금의 지위를 누리게 되는 데 일조하였다. 실제로 일라이릴리의 프로작이나 GSK의 조비락스 등 많은 블록버스터급 의약품이 국립보건원, 대학 등 연구기관들과의 연계활동으로 탄생하



였다. 앞서 언급한 바 있듯이 영세 제네릭 제약사는 파이프라인의 차별성을 바탕으로 M&A를 하기는 어려운데다 이윤창출 수단인 접대마케팅 또한 과도한 경쟁상태(효율성과 음의 관계)에 있다는 것을 알 수 있었으므로 효율성 향상을 위해서는 접대지출을 줄여 연구개발에 투자하여야 하고 이를 정부가 지원을 하되 가장 리스크가 높은 기초연구 부문에 지원을 해주는 것이 타당하다고 생각된다.

## REFERENCES

1. Korea Health Industry Development Institute. Health industry statistics. Cheongju: Korea Health Industry Development Institute; 2012.
2. Kim WB, Kim WS. Dynamic efficiency measurement for Korean pharmaceutical industry using a DEA model. *Korean Manag Rev* 2002;31(6):1747-1762.
3. Lee DH, Heo JM, An JH. Advertising expense efficiency analysis of domestic pharmaceutical companies using super DEA: focused on the changing of the advertising expense efficiency to sales of the separation of prescribing and dispensing before and 10 years later. *Korean J Advert* 2013;24(1):157-181.
4. Battese GE, Coelli TJ. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empir Econ* 1995;20(2):325-332. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf01205442>.
5. Ryu SL. Alternative efficiency measures and their determinants in Korean regional tax offices using a stochastic frontier production function. *Korean J Tax Res* 2013;30(1):135-161.
6. Battese GE, Corra GS. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Aust J Agric Econ* 1977;21(3):169-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8489.1977.tb00204.x>
7. Kumbhakar SC. Production frontiers, panel data, and time-varying technical inefficiency. *J Econ* 1990;46(1-2):201-211. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90055-x](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(90)90055-x).
8. Jung SM, Yoo HJ. An analysis on the efficiency and productivity of the domestic pharmaceutical companies. *Product Rev* 2011;25(4):239-265. DOI: <http://dx.doi.org/10.15843/kpapr.25.4.201112.239>.
9. You T, Chen X, Holder ME. Efficiency and its determinants in pharmaceutical industries: ownership, R&D and scale economy. *Appl Econ* 2010;42(17):2217-2241. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00036840701765445>.
10. Saranga H, Phani BV. Determinants of operational efficiencies in the Indian pharmaceutical industry. *Int Trans Oper Res* 2009;16(1):109-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-3995.2009.00668.x>.
11. Luo X, Donthu N. Assessing advertising media spending inefficiencies in generating sales. *J Bus Res* 2005;58(1):28-36. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0148-2963\(03\)00076-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0148-2963(03)00076-6).
12. Sakong J, Lee KS. A study on the effect of the policy for the optimization of the pharmaceutical expenditures in Korean National Health Insurance System. *Korean J Health Econ Policy* 2007;13(1):139-172.
13. Korea Drug Research Association. Korean research-based pharmaceutical industry white paper. Seoul: Korea Drug Research Association; 2012.
14. Lee HK. [Internet]. Seoul: Medical News; 2014 [cited]. Available from: [http://www.bosa.co.kr/umap/sub.asp?news\\_pk=575578](http://www.bosa.co.kr/umap/sub.asp?news_pk=575578).
15. Cho HS. A study about the entertainment expences accounted for pharmaceutical company on the how practitioners preferences. *J Korean Bus Educ* 2011;21:75-100.
16. Basu P, Joglekar G, Rai S, Suresh P, Vernon J. Analysis of manufacturing costs in pharmaceutical companies. *J Pharm Innov* 2008;3(1):30-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12247-008-9024-4>.
17. Choi JY, Kim KS, Kim DH. Productive efficiency of the coastal fishing business: a comparison of data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *J Korean Oper Res Manag Sci Soc* 2010;35(3):59-68.
18. Cin BC, Lee EY. Effects of R&D and exports on technical efficiency using stochastic frontier approach. *Korean Corp Manag Rev* 2010;17(1):1-21.
19. Fare R, Grosskopf S, Lindgren B, Roos P. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach. *J Product Anal* 1992;3(1-2):85-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00158770>.
20. Gonzalez E, Gascon F. Sources of productivity growth in the Spanish pharmaceutical industry (1994-2000). *Res Policy* 2004;33(5):735-745. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2003.12.004>.
21. Ha GR, Lee KT. Assessing advertising expenses efficiency of major advertiser in Korea. *Korean J Bus Admin* 2011;24(6):3655-3675.
22. Henderson R, Cockburn I. Scale, scope, and spillovers: the determinants of research productivity in drug discovery. *RAND J Econ* 1996;27(1):32-59.
23. Hong SJ, Park JH. An analysis on the technical efficiency of garlic farming in Korea. *J Agric Life Sci* 2008;42(4):59-68.
24. Kim HS, Song JH. A study on the efficiency analysis of abalone aquaculture in Wando region using stochastic frontier approach. *J Fish Bus Admin* 2012;43(2):67-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.12939/FBA.2012.43.2.067>.
25. Kim JG. R&D investment effect at the manufacture of medicine. *Korean Health Econ Rev* 2003;9(1):47-58.
26. Kim JM, Ham US, Rhieu SY. Analysis of efficiency in hospitals by stochastic frontier approach. *Korean J Bus Admin* 2009;22(4):1867-1889.
27. Kim YK, Lim CK. Comparison of total factor productivity of major terrestrial broadcasting companies in the world. *Rev Cult Econ* 2011;14(1):124-143.
28. Korea Health Industry Development Institute. Health industry white paper. Cheongju: Korea Health Industry Development Institute; 2012.
29. Korea Pharmaceutical Manufacturers Association. Pharmaceutical industry statistics. Seoul: Korea Pharmaceutical Manufacturers Association; 2010.
30. Mazumdar M, Rajeev M. Comparing the efficiency and productivity of the Indian pharmaceutical firms: a Malmquist-meta-frontier approach. *Int J Bus Econ* 2009;8(2):159-181.
31. Park RK. A brief efficiency measurement way for the Korean container terminals using stochastic frontier analysis. *J Korea Port Econ Assoc* 2010;26(4):63-87.
32. Roh JH. The measuring the effect of ICT on technical efficiency in SMEs by using stochastic frontier model. *J Mark Econ* 2011;40(1):1-26.
33. Sakong J, Bae EY, Kim LY. A panel study on determining the market share in the Korean pharmaceutical industry. *Korean J Health Econ Policy* 2007;13(2):71-96.
34. Sakong J, Shin YW. An analysis on the effect of the government R&D subsidies on the private R&D investments: in the case of the pharmaceutical industry. *Korean J Health Policy Admin* 2010;20(1):183-203.
35. Shibayama S, Tanikawa K, Fujimoto R, Kimura H. Effect of mergers and acquisitions on drug discovery: perspective from a case study of a Japanese pharmaceutical company. *Drug Discov Today* 2008;13(1-2):86-93. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.drudis.2007.10.015>.
36. Yoo KR. Comparing the efficiency of public financial agencies and private banks using the stochastic distance frontier function. *Korean Public Admin Rev* 2010;44(4):285-315.

**Appendix 1. Basic statistics**

Variable	Year	Average	Standard deviation	Min	Max
Y: Sales (100 million won)	2006	1,005	1,172	54.4	5,712
	2007	1,125	1,340	58.4	6,359
	2008	1,267	1,538	100.1	7,023
	2009	1,425	1,728	102.0	8,011
	2010	1,548	1,851	140.7	8,468
	2011	1,618	1,957	154.0	9,073
	2012	1,647	1,993	134.7	9,310
X <sub>1</sub> : No. of employees (person)	2006	419.2	397.4	27	2,074
	2007	437.6	423.7	31	2,091
	2008	457.2	446.4	14	2,169
	2009	475.6	448	48	2,226
	2010	487.5	454.9	48	2,281
	2011	492.6	465.3	45	2,303
	2012	503.9	472.4	53	2,365
X <sub>2</sub> : Material expenses (100 million won)	2006	496	583	13.7	2,339
	2007	552	665	43.2	2,619
	2008	628	780	53.6	3,237
	2009	736	911	55.1	3,735
	2010	822	1,019	60.2	4,763
	2011	893	1,124	75.3	4,568
	2012	954	1,206	80.6	5,255
X <sub>3</sub> : Tangible assets (100 million won)	2006	350	501	5.1	3,021
	2007	376	527	6.8	2,972
	2008	453	601	5.0	2,969
	2009	550	761	7.9	4,474
	2010	622	860	33.7	5,225
	2011	665	891	46.2	5,447
	2012	719	941	10.2	5,729
Z <sub>1</sub> : Market share (%)	2006	0.71	0.83	0.04	4.06
	2007	0.74	0.88	0.04	4.17
	2008	0.74	0.89	0.06	4.09
	2009	0.78	0.95	0.06	4.40
	2010	0.81	0.97	0.07	4.42
	2011	0.84	1.02	0.08	4.73
	2012	0.86	1.04	0.07	4.84
Z <sub>2</sub> : R&D expenses ratio (%)	2006	7.19	13.39	0.16	69.52
	2007	6.87	12.09	0.18	68.92
	2008	7.02	13.63	0.15	85.59
	2009	6.49	10.94	0.02	60.38
	2010	5.84	8.27	0.03	54.11
	2011	6.41	9.87	0.06	65.55
	2012	6.88	9.37	0.02	52.95
Z <sub>3</sub> : Advertising expenses ratio (%)	2006	3.75	4.00	0.013	22.57
	2007	3.53	3.87	0.002	23.32
	2008	3.32	3.68	0.007	21.92
	2009	3.12	3.33	0.006	18.45
	2010	2.98	3.15	0.014	17.22
	2011	3.15	3.31	0.004	16.30
	2012	2.95	3.03	0.012	16.14
Z <sub>4</sub> : Promotion expenses ratio (%)	2006	3.68	2.76	0.028	9.13
	2007	4.27	3.47	0.032	13.41
	2008	4.49	3.29	0.028	13.44
	2009	4.19	2.82	0.027	10.66
	2010	3.04	2.54	0.022	9.71
	2011	2.38	2.41	0.009	10.08
	2012	2.45	2.68	0.002	13.99
Z <sub>5</sub> : Entertainment expenses ratio (%)	2006	1.21	1.36	0.061	7.03
	2007	1.34	1.58	0.063	7.78
	2008	1.36	1.74	0.036	8.7
	2009	1.45	1.97	0.044	10.61
	2010	1.23	1.66	0.042	9.12
	2011	0.93	1.26	0.003	6.2
	2012	0.84	0.94	0.009	4.59
d: Status of policy enforcement	2006	0	0	0	0
	2007	1	0	1	1
	2008	1	0	1	1
	2009	1	0	1	1
	2010	1	0	1	1
	2011	1	0	1	1
	2012	1	0	1	1