

## 제약산업 R&D 투자 효과분석

김종권\*

### Abstract

In general, manufacture of medicine has demerit of long period in investment effect, high risk, expensiveness through new drug development.

At empirical test, R&D investment for new drug development positively affects on profit in manufacture of medicine.

In Korea, effect on R&D investment in manufacture of medicine occur faster than previous period.

Manufacture of medicine is value added industry, compared to other industries. Moreover, U.S & Japan in R&D expenditure on sales respectively has 10.1%, 8.07%. This is 3~4 times, compared to R&D expenditure on sales of Korea.

Conclusionally, the importance of R&D investment increase more and more in future. So, manufacture of medicine and Companies related this will care for R&D investment.

### I. 서론

1990년대 이후 연구 및 개발투자(R&D)가 향후 산업들의 발전에 있어 중요하다는 것이 인식되면서 증대되어 왔다. 이 중에서 제약산업의 경우에는 타산업에 비하여 R&D 투자에 따른 효과가 장기적이고 투자비용이 많이 드는 단점 이외에도 수익증대로 연결되지 못하는 위험발생확률이 높은 산업으로 알려져 왔다.

하지만, 어느 여타 산업에 비해서도 부가가치가 높은 산업으로 인식되면서 R&D 투자가 미국을 위시하여 증가하고 있는 상황이다. 이에 비해서 우리나라는 R&D 투자비중은 낮은 편이지만 1990년대 이후 지속적인 증가세에 놓여 있으며, 타산업에 비해서도 비교적 낮지 않은 상황이다.

이에 따라 1990년대 이후 지속된 R&D 투자의 수익성 개선효과로 이어지는 시점 및 효과에 대한 연구를 하기로 한다.

---

\* 신홍대학 경상정보계열 전임강사

## 2. 미국 : 가장 높은 R&D 투자 산업

### 2.1. R&D 투자의 성장 추세

미국 제약협회(Pharmaceutical Research & Manufacturers of America: PhRMA)에 따르면, 2001년 들어 미국 기업들의 연구 및 개발투자가 약 303억 달러에 달한 것으로 나타났다. 이러한 지출규모는 2000년에 비해서는 16.6% 증가한 것이며 1990년에 비해서는 세 배나 급증한 것을 나타내고 있다. 2001년 미국 및 유럽연합 등 외국기업들의 미국 내의 연구 및 개발투자가 240억 달러에 상당하는 것으로 나타났으며, 미국 제약업체들의 해외 연구 및 개발투자도 약 65억 달러에 달하였다.(표 1)

표 1 1980~2001년 미국 제약기업들의 미국 및 해외 R&D 투자 현황

(단위 : 백만 달러)

연도	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003
미국 내	1,549.2	3,378.7	6,802.9	11,874.0	17,222.5	18,499.3	21,363.7	23,887.8
해외	427.5	698.9	1,617.4	3,333.5	3,839.0	4,219.6	4,667.1	6,454.9

자료 : PhRMA (Pharmaceutical research & manufacturers of america), 연간보고서 2002.

이들 기업들은 매출액 중에서 연구 및 개발투자에 17.7%를 사용한 것으로 나타났으며 미국 내의 여타 산업에 비해서 높은 비중을 차지하였다.(표 2)

표 2 1985~2001년 미국 제약기업들의 매출액대비 R&D 투자비중 현황

(단위 : %)

연도	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003
매출액 대비 R&D 투자비중	15.1	16.2	19.4	20.0	17.6	17.9	17.7

자료 : PhRMA (Pharmaceutical research & manufacturers of america), 연간보고서 2002.

제약업은 전기 및 통신, 항공업 등에 비하여 훨씬 많은 연구 및 개발투자를 하고 있는 분야로 나타났다. 예를 들어, 이들 제약업체들은 Microsoft와 Boeing, IBM 등 보다 평균적으로 높은 연구투자를 하고 있다. 국립과학재단(National Science Foundation)에

의하면, 1998년 들어 이들 제약업체들은 예산 중에서 연구 및 개발투자에 18.7% 투자한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기계류업종의 5.5%와 전기장치산업의 9.6%, 화학업종의 6.2%에 비하여 상당히 높은 편임을 알 수 있었다.(표 3)

표 3 미국의 타산업 대비 제약업체 R&D 투자비중 현황

(단위 : %)

	화학업종	기계류업종	전기장치업종	광학정밀업종	
미국의 주요 타산업 대비 제약업체 R&D 투자비중	6.2	18.7	5.5	9.6	7.8

자료 : 국립과학재단(National science foundation), 연구·개발보고서, 1998.

미국의 제약업은 연구 및 개발투자 부문에서 1990년대 기간동안에 유럽연합을 능가하면서 세계의 선두자리를 차지하였다. 즉, 미국의 경우 과거 10년 동안에 걸쳐 연구 및 개발투자 부문에서 유럽연합에 비해서는 약 2배 정도 빠른 속도로 증가하였으며, 자국 내에서도 1990년에 비하여 4배 정도 늘어난 것으로 나타났다.(표 4)

표 4 미국과 유럽연합 제약기업들의 자국내 R&D 지출 현황

(단위 : 백만 달러)

	6,803	11,874	18,499	21,364
	8,641	11,796	17,485	18,663

자료 : PhRMA, 연간조사보고서 (Annual membership survey), 2002; EFPIA, 2001.

한편, 유럽연합 제약협회(European Federation of Pharmaceutical Industries & Association : EFPIA)에 따르면, 유럽연합의 제약업체들의 경쟁력이 미국에 비하여 떨어지고 있음을 지적하고 있다. 유럽연합의 제약업체들은 1990년 들어 유럽연합 지역에 전세계 투자의 73%를 하였지만, 1999년에 들어서는 59%로 투자규모가 감소하였다. 이러한 유럽연합의 제약업체들은 유럽연합지역 내의 투자를 줄인 대신에 미국에 대한 투자비중을 증대시킴으로써 미국의 제약업체들이 상대적으로 발전하고 있다. 결국, 2002년 들어 세계시장에서 연구 및 개발투자가 활발한 상위 55개 제약업체들 중에서 미국이 34개를 차지한 반면에 유럽연합은 단지 14개 업체에 그친 것으로 나타났다.

### 3. 한국 : R&D 투자가 완만하지만 증가추세

#### 3.1. R&D 투자의 성장 추세

2001년도를 기준으로 우리나라 주요 상장제약사(45개사)의 매출액대비 연구개발 투자비는 전년도 보다 3.29%p 상승한 2.81%, 금액으로는 총 1,117억원을 투자한 것으로 나타났다. 그러나, 우리나라 제약산업의 연구개발비는 미국의 10.1%, 일본의 8.07%에 비하여 3~4배 정도 낮은 수치를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 따라서, 연구개발 집약도가 높은 연구개발 중심의 제약산업으로 자리 잡은 미국 및 일본과 달리 우리나라의 제약산업은 아직 연구개발 비중이 상대적으로 낮은 편임을 알 수 있었다.(표 5)

표 5 국내 주요 상장 제약사 연구개발비 투자증가율 (단위 : 억원, %)

연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
45개사	35,772	39,760	11.15	1,082	1,117	3.29	3.03	2.81

자료 : 금융감독원, 각 제약사 사업보고서, 2002.

2000년 주요 산업별 매출액대비 연구개발비 비중을 보면 항공산업이 9.73%로 가장 높은 수치를 보였고, 영상, 음향 및 통신장비, 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 등이 5% 수준인 것으로 나타났다. 한편, 반도체를 포함한 전자부품, 컴퓨터 등과 같은 사무, 계산 및 회계용 기계 등은 3% 대를 기록하였다. 제약산업은 2.74%를 나타내 자동차 산업과 유사한 매출액대비 연구개발비 비중을 보였다. 반면 의약품을 제외한 화합물 산업의 경우 1.30%를 나타내어 제약산업과 대조적이었다. 결론적으로 우리나라의 제약산업은 아직 선진국과 같은 높은 수준의 연구개발집약도를 보여주고 있지는 못하지만 타 산업에 비해서 상대적으로 높은 연구개발 비중을 보이는 것으로 평가할 수 있다.(표 6)

표 6 국내 주요 산업별 매출액대비 연구개발비 비중 (단위 : 백만원)

산업	기업수	연구개발비 (A)	매출액 (B)	A/B (%)
항공	7	109,990	1,130,271	9.73
영상, 음향 및 통신장비	385	2,878,489	49,919,968	5.77
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	181	95,989	1,885,834	5.09
전자부품 (반도체 포함)	303	1,028,161	30,042,184	3.42
사무, 계산 및 회계용 기계	114	721,111	22,184,013	3.25
출판, 인쇄 및 기록매체 복제	17	26,831	830,190	3.23
의약품	142	145,910	5,319,468	2.74
자동차	193	1,546,304	57,540,069	2.69
제조업 전체	2,926	8,681,480	400,068,203	2.17
조립금속제품	106	57,060	3,100,031	1.84
전기기계	214	181,159	9,995,736	1.81
고무 및 플라스틱제품	109	163,060	11,336,960	1.44
화학물 (의약품 제외)	337	482,938	37,257,921	1.30
제1차 금속산업	63	224,759	17,810,356	1.26
비금속 광물제품	85	55,068	6,404,717	0.86
선박	14	169,278	24,396,167	0.69
섬유, 의복 및 가죽제품	83	81,621	12,022,523	0.68
음식료품	140	140,339	28,084,123	0.50

자료 : 과학기술부, 『과학기술 연구 활동 조사보고』, 2001.

### 3.2. 제약산업의 R&D 투자 효과분석

신약개발에 따른 R&D투자가 수익증대의 가시적 효과로 연결되기에는 장기적(long period)이고 투자만큼 수익증대로 연결되지 못할 수 있는 위험(risk) 발생 가능성, 비용이 많이 소요(expensive)되는 단점이 있는 것으로 알려져 있다.

하지만, 신약개발에 따른 R&D투자가 제약산업 발전에 필수적인 만큼 R&D투자와 제약산업의 수익성(경상이익)과의 연계 및 상관성을 분석하기로 한다. 그리고, 신약개발에 따른 R&D투자와 제약산업의 수익성 사이에 어떤 관련성이 있다면 인과성(causality)의 방향을 결정할 수 있는지를 조사하기로 한다. 이러한 인과성검정은 신약개발에 따른 R&D투자와 제약산업의 수익성의 변동성으로 구성되는 VAR모형으로서 추정이 가능하다. 이는 몇 가지 가설을 가정함으로써 시작된다. 첫째로는 신약개발에 따른 R&D투자와 제약산업의 수익성을 설명할 수 있다는 것이다. 둘째로는 신약개발에 따른 R&D투자와 제약산업의 수익성 사이에 인과성(causality)의 방향에 관한 증명이다. 이 가설을 토대로 하여 VAR모형을 구성하면 다음 식(1)과 같다.

$$Y_t = VD_t + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + U_t \tag{1}$$

여기에서  $Y_t$ 는 신약개발에 따른 R&D투자와 제약산업의 수익성과 같은 변수들의 추정된 분산의  $2 \times 1$  행렬이다.  $Y_t$ 의 구성요소들은 정상적(Stationary)변수로서 가정된다.  $D_t$ 는 분기자료의 더미변수이고  $V$ 와  $A_1$ 은 각각  $4 \times 2$ 와  $2 \times 2$ 의 계수행렬이다.  $U_t$ 는 백색잡음(White noise)과정에 들어 있다. 즉  $E_t(\cdot) = 0$ ,  $E(U_t U_s)$ 는 비특이행렬이고 (nonsingular)  $U_t$ 와  $U_s$ 는  $s$ 와  $t$ 에 대해 독립이다.  $U_t$ 는 다항의 정규분포성을 가진다.  $B = (V, A_1, \dots, A_p)$ 의 계수행렬이고  $\text{vec}(B)$ 이다. 이러한 조건하에 최소자승추정치는 일치추정량이고(consistent) 정규분포성을 지닌다 즉,

$$\sqrt{T}(\hat{\beta} - \beta) \rightarrow N(0, \Gamma^{-1} \otimes \hat{\Sigma}_{ii}) \tag{2}$$

여기에서  $\Gamma$ 는 방정식의 오른쪽 변수의 횡단의 곱행렬(cross-product matrix)이다.<sup>1)</sup> 이 조건은 파라메타 공간의 부분집합에 대한 검정은 알려진 분포행태로서 전통적인 추론과정에 놓일 수 있음을 나타낸다.  $Y_t$ 의 과거 구성요소는  $Y_t$ 의 구성요소의 현재 가치에 중요한 예측치이다. 특히, 방정식 (6)에서 각각 오른쪽 변수와 관련된 계수와 시차 변수들은 0과 다르다는 것에 통계적으로 유의성이 없는지에 대한 검정을 실시한다. 공식에서  $jk$ 는  $A_i$ 의  $jk$  구성요소로 한다. 그 다음에 귀무가설은 변수  $k$ 의 시차변수가 변수  $j$ 의 미래 변동성에 대하여 통계적으로 유의성이 있는 예측치가 아니라는 것이다.

$$H_0: \alpha_{jk,1} = \alpha_{jk,2} = \dots = \alpha_{jk,p} = 0 \tag{3}$$

이 귀무가설은 Granger 인과성검정에 해당한다. Granger 인과성검정은 과거 변수에 의한 영향과 관련되어진다. 따라서  $x$ 변수가  $y$ 변수에 Granger 야기시킨다면  $x$ 가  $y$ 에 영향을 준다는 것을 의미한다. 방정식 (1)에서 귀무가설은 Wald 통계량에 의해 다음식 (4)과 같이 표현된다.

$$\lambda_F = \hat{\beta}' C [C(ZZ)' \Gamma^{-1} \otimes \Sigma_U]^{-1} C \hat{\beta} N^{-1} \tag{4}$$

여기서  $N$ 은 귀무가설과 귀무가설하의 파라메타 공간을 제약하는  $C$ 가  $(N \times (K \cdot K + 4))$  행렬하의 제약된 변수의 개수를 의미한다.<sup>2)</sup> VAR 제약산업의 수익성 모형은 신약개발

1

$$R_t = \sum_{j=1}^4 \alpha_j D_{jt} + \sum_{i=1}^4 \beta_i R_{t-i} + e_t$$

$R_t$ 는 알아보고자하는 변수를 뜻하고  $D_j$ 는 분기로 수익률을 포함하는 더미변수이다.

$$e_t^2 = a + b \cdot S_{t-1} \cdot e_{t-1} + \epsilon_t$$

에 따른 R&D투자에 의하여 구성된다. 만약 어느 변수의 과거값이 시차를 갖는 다른 변수 VAR의 수익률 방정식에 통계적으로 유의하다면 반복추정을 통하여 어느 구성요소가 다른 변수에 Granger 야기시킨다는 것이다. 통계적 유의성을 살펴보기 위하여 VAR의 2개의 방정식에서 Wald 통계량, 방정식의 오른쪽 변수의 p-값을 사용한다. <표 7>에서 신약개발에 따른 R&D투자가 제약산업의 수익성에 Granger 야기시키고 있다. 이와는 반대로 제약산업의 수익성이 신약개발에 따른 R&D투자에 Granger 야기시키지 못함을 알 수 있다. 이에 따라, 신약개발에 따른 R&D투자가 제약산업의 수익성에 긍정적인 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

표 7 VAR 추정치 결과

R&D투자	9.5602 (0.001)	3.0145 (0.015)	4.55
수익성	2.1737 (0.148)	7.7032 (0.006)	8.87

- 주 1 : VAR은 신약개발에 따른 R&D투자와 제약산업의 수익성 2개의 시차변수로서 추정된다. 그리고, 유의성을 가지는 p-값으로서 VAR계수들의 합을 나타낸다. BP(4)는 4분기의 시차를 가지는 오차항에서 시계열상관에 대한 Box Pierce 통계량을 의미한다.
- 주 2 : 기간은 1990년부터 2001년 기간동안의 분기데이터를 이용하였으며, 증권거래소에서 발표하는 제약산업의 수익성지표와 증권사에서 추계하는 R&D 투자액을 이용하였다.

어떤 요소의 분산의 기대치 못한 충격이 주어졌을 때 동태적인 제약산업 수익성의 반응은 충격반응분석을 통하여 시간에 따른 영향으로 알아 볼 수 있다. 이것은 다음 식들의 방법에서 나타나는 것과 같은 준이동평균(pseudo moving average)을 통하여 방정식 (1)에서 나타난 것과 같다.

$$Y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i \varepsilon_{t-i}, \quad \Phi_0 = I_4 \tag{5}$$

$$\Phi_i = \sum_{j=1}^i \Phi_{i-j} A_j, \quad i = 1, 2, \dots \tag{6}$$

여기서  $\Phi_i$ 의 구성요소인  $\Phi_{ik}$ 는 변수 k에서 한단위 교란항충격에 변수 j의 반응을 나타내고 있다. 그리고 i는 기간을 표시하고 있다. 동시적인 시차를 가지는 교란항 j에서 다음 식(7)에 따라 정규분포성의 교란항에 직교화하고 있음을 알 수 있다.

$$\Theta = \Phi_j P \tag{7}$$

2 Lukepohl(1991)에서 제시된  $\Sigma_U$ 를 추정하는데에 포기되는 자유도에 대하여 NDP에 의한 제약으로 사용되어진다. 이것은 t-k의 자유도, N개의 F-분포에서 X-분포에 의한 Wald 통계량으로 구해진다.

여기에서  $p$ 는 잔차항 분산-공분산행렬  $\Sigma_{\eta}$ 의 출레스키분해(Choleski decomposition)를 의미한다.  $\theta_i$ 의 구성요소인  $\theta_{jk}$ 는  $i$ 기간 이전에 변수  $k$ 에 직교성을 갖는 교란항을 포함하는 변수  $j$ 의 반응을 나타내고 있다.

충격반응함수 추정결과에 따르면, 현재 증가추세에 있는 제약산업의 R&D투자가 수익으로 연결될 수 있는 R&D투자효과 가시화의 시점은 과거의 시점보다 좀 더 빨라지고 있음을 알 수 있다. 1990~1995년의 기간동안에는 1년 이후부터 R&D투자의 수익증대 효과가 서서히 나타나기 시작한 후 3년 정도 시점에서 R&D효과가 정점을 보인 후 7년 정도 지난 후 효과가 완전히 사라지는 모습을 보였다<sup>3)</sup>. 하지만 기간을 1995~2001년의 기간동안으로 하여 분석하였을 경우에는 R&D투자에 따른 수익증대 효과가 1년 이후부터 서서히 발생하는 시점은 동일하지만, 정점이 2년 후에 나타나고 6년 이후 투자효과가 사라지는 모습을 보이고 있다. 따라서 이전보다 R&D투자에 따른 수익증대로의 가시화시점이 보다 빨라질 수 있음을 시사한다고 하겠다. 이에 따라 아직 타 산업에 비하여 R&D투자에 따른 수익증대 효과가 더디기는 하지만, 앞으로는 개선될 가능성이 있는 것을 알 수 있었다.(그림 1) 한편, 1995~2001년의 기간동안의 분석에서는 의약분업(2000.7)에 따른 긍정적인 효과로 수익증대 가시화 효과의 빨라짐에 영향을 준 것으로 판단된다.

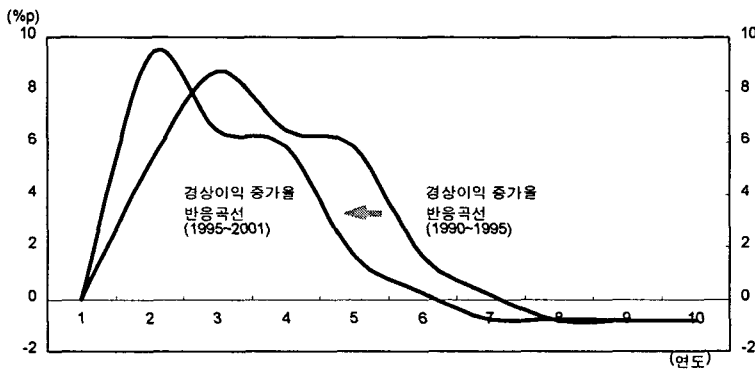


그림 1 국내 제약기업들의 R&D 투자 1% 증가에 대한 경상이익의 반응  
 주 : 기간은 1990년부터 2001년 기간동안의 분기데이터를 이용하였으며, 증권거래소에서 발표하는 제약산업의 수익성지표와 증권사에서 추계하는 R&D 투자액을 이용하였다.

3 모형은 2변수 VAR(Vector Autoregressive)모형을 이용하였다. 이는 충격반응함수(impulse & response function)를 이용한 것으로, 여기에 사용된 수식은 다음과 같다.

$$Y_t = 0.51 + \sum_{i=1}^4 0.32 * X_{t-i} + \sum_{i=1}^4 0.62 * Y_{t-i} + 0.07 \tag{4.56}$$

여기서,  $Y$ 는 경상이익증가율이고,  $X$ 는 R&D투자증가율을 의미함. ( )은  $t$ 값을 나타내며, 통계적으로 유의함.



#### 4. 요약 및 결론

일반적으로 제약산업은 신약개발에 따른 R&D투자가 수익증대의 가시적 효과로 연결되기에 장기적이고 투자만큼 수익증대로 연결되지 못할 수 있는 위험 발생 가능성이 높고, 비용이 많이 소요되는 단점이 있는 것으로 알려져 있다.

실증분석의 결과에 따르면, 신약개발에 따른 R&D투자가 제약산업의 수익성에 긍정적인 영향을 주고 있음을 알 수 있었으며, 한국의 경우에도 제약산업의 R&D투자가 1990년대 이후 증가하고 있는데, 이러한 증가추세에 있는 제약산업의 R&D투자가 수익으로 연결될 수 있는 R&D 투자효과 가시화의 시점이 과거의 시점보다 좀 더 빨라지고 있는 것으로 나타나 R&D투자에 따른 수익성 개선에 긍정적인 효과가 기대되고 있다.

또한, 제약산업은 타산업에 비하여 부가가치가 상당히 높은 산업으로 매출액대비 연구개발비 측면에서 미국은 10.1%, 일본은 8.07%를 차지하여 한국에 비하여 3~4배 정도 높은 수치를 보이고 있는 것을 알 수 있다.

이에 따라, R&D투자의 중요성이 점증하고 있으므로 제약업체들은 좀 더 적극적이고 과감한 투자를 할 필요성이 있다고 판단된다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] 과학기술부, 『과학기술 연구 활동 조사보고』, 2001.
- [2] 금융감독원, 『각 제약사 사업보고서』, 2002.
- [3] Bollerslev, T., 'Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity', *Journal of Econometrics*, Vol. 31, 1986, pp. 307-327.
- [4] Engle, R., 'Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation', *Econometrica*, Vol. 50, 1982, pp. 987-1008.
- [5] Europe federation pharmaceutical industry association, *Annual membership survey*, 2001.
- [6] Lukepohl, H., *Introduction to Multiple Time Series Analysis* (Springer, 1991).
- [7] National science foundation, *Research & development report*, 1998.
- [8] Pharmaceutical research & manufacturers of america, *Annual report*, 2002.
- [9] Shiller, R., 'The use of volatility measures in assessing market efficiency', *Journal of Finance*, Vol. 36, 1981, pp. 291-304.