메타확률변경분석법을 적용한 우리나라 종합병원의 기술효율성 분석*

양동현(주저자)
인제대학교 경영학부
(inydh@inje.ac.kr)
장영재(교신저자)
인제대 경영학부
(econyjc@hanmail.net)

최근 병원산업은 수요와 공급의 불균형으로 인해 일부 의료기관의 경영난이 가중되고 병원 간 차별화가 심화되고 있다. 병원산업의 병원 종별 수급 불균형은 현재 병원 종별 기능이 제대로 분화되지 못한 결과에서 비롯된 것이며, 이로 인해 상호 중복적인 의료서비스의 제공, 의료자원 활용의 비효율을 초래하고 있다. 병원산업 전체적으로 균형 있는 발전과 성장을 하기 위해서는 의료서비스의 공급주체가 되고 있는 병원, 종합병원, 상급종합병원의 기능이 재정립될 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 정부에서 추진하고 있는 전문 영역별 기능 재정립 정책과 관련하여 메타방법론을 적용, 병원산업의 효율성을 평가하고 병원 종별 경쟁력을 비교하는 데 그 목적이 있다. 분석결과, 우리나라 병원산업에서 의료기술을 선도하는 병원그룹은 상급종합병원이며 대형종합병원은 상급종합병원의 기술수준을 따라가고 있으나 중형종합병원과 소형종합병원은 경쟁력이 상대적으로 취약한 상태에 있는 것으로 분석되었다. 따라서 우리나라 병원산업의 균형 있는 성장과 발전을 위해서 중소종합병원이 상급종합병원 또는 대형종합병원과의 연계를 통하여 의료기술과 경영기술을 습득할 수 있는 제도적 여건과 병원간 기능의 재정립이 요구된다. 마지막으로 본 연구는 분석기간이 짧고 표본 종합병원을 대상으로 분석하였다는 점에서 본 연구결과를 우리나라 병원산업에 일반화시키는 데에는 한계점이 있으나 종합병원 모집단 318개 중 50%가 넘는 164개 종합병원을 대상으로 5년간 패널자료를 이용하였다는 점에서 연구의 신뢰성을 높일 수 있었으며, 둘째, 메타방법론을 병원산업에 처음으로 적용하여 메타확률변경모형을 이용하여 효율성을 분석함으로써 병원종별(상급종합병원과 종합병원) 효율성의 차이와 기술격차가 존재하고 있음을 실증하였다는 점에서 연구의 의의를 두고자 한다.

주제어: 기술효율성, 메타확률변경함수, 메타기술효율성, 기술격차

Ⅰ. 서 론

1.1 연구배경 및 필요성

최근 병원산업은 수요와 공급의 불균형으로 인해 일부 의료기관의 경영난이 가중되고 병원 간 차별화가 심화되고 있다. 특히 의료기관의 무분별한 설립과 무리한 병상 투자, 정부정책의 비효율적 운용 등으로 공급과잉을 초래하고 의료소비자의 수도권 대형병원 쏠림현상으로 지방종합병원 또는 중소병원의 경영난은 가중되고 있다. 이러한 경영난은 도산율 증가로 이어지고 있는 데, 병원의 폐업률도 2009년도 종합병원 2.3%, 병원 9.1%, 요양병원 9.9%에서 2010년 종합병원 4.1%, 병원 10.5%, 요양병원 13.8%로 증가하고 있다(이용균, 2113).

이와 같이 병원산업의 수급상의 문제는 의료수요자의 이용행태에도 그 원인이 있지만 근본적으로 공급과잉과 기능중복에 있다. OECD 통계에 따르면, 인구 1000명당 급성기 병상 수가 OECD 국가 중에

최초투고일: 2013. 3. 26 수정일: (1차: 2013. 5. 21) 게재확정일: 2013. 6. 10
* 익명의 두 심사위원님과 편집위원장님께 감사드립니다.
본 연구는 2013년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임

서 일본이 가장 많고(8.2병상) 그 다음으로 한국(7.1병상)이 2위를 기록하여 공급과잉을 보이고 있다(OECD, 2012). 또한 의료기관의 기능과 관련하여 의원과 병원, 대형병원이 서로 보완적인 기능을 가지는 선진국과는 달리, 의료기관 종별 기능이 상호 중복되고 있다는 점이다(의료정책연구소, 2012).

병원산업의 공급주체는 의료기관이며 이 중에서도 급성기 질환을 담당하는 병원급 의료기관이 핵심적인 주체라고 할 수 있다. 현행 의료법 제3조에 의거하면, 병원급 의료기관을 상급종합병원, 종합병원, 병원으로 기능에 따라 분류하고 환자의 중증도, 진료과목, 인력, 시설, 장비의 요건을 달리 적용하고 있다(의료법 제3조 2, 3, 4항).상급종합병원은 일정한 요건을 갖춘 종합병원 중에서 중증질환에 대하여 난이도가 높은 의료행위를 전문적으로 행하는 종합병원을 말하며, 교육, 연구를 포함하여 상당 수준의 의료기술이 요하는 진료를 행하는 의료기관으로서 주로 대학병원들이 여기에 속한다. 종합병원은 100개 이상의 병상과 최소한 7개 진료과목을 운영하는 병원이고, 병원은 30개 이상의 병상을 갖추어 운영하는 병원이다.

또한 병원 종별 기관 수 및 병상 수 분포를 보면, 상급종합병원은 2011년 현재 44개이며 병상 수는 42,158개, 종합병원은 274개이며 병상 수는 92,057개, 병원(요양병원 제외)은 1,295개이며 병상 수는 175,316개이다(보건의료자원 핸드북, 2012). 기관 당 평균 병상 수를 보면, 상급종합병원 958병상, 종합병원 335병상, 병원 135병상으로 병원 종별로 규모의 차이가 크다. 그리고 보험환자로부터 지급받는 기관 당 요양급여비용은 상급종합병원 161,570백만원, 종합병원 23,793백만원, 병원 3,095백만원으로 상급종합병원이 종합병원의 6배, 병원의 50배 차이가 있다. 이처럼 병원급 의료기관은 기능, 인력, 시설, 장비뿐만 아니라 진료실적과 수익 측면에서 많은 차이가 있다.

한편 의료소비자들이 대도시의 대형병원을 선호함에 따라 대형병원인 상급종합병원들은 병상을 증설하고 있는 반면 중소도시의 종합병원, 병원들은 환자 부족으로 병상이 남아도는 실정이다. 정부에서는 대형병원으로의 환자쏠림을 억제하기 위한 정책의 일환으로 전문병원제도를 도입하고 있으나 왜곡된 시장구조를 개선시키지 못하고 있다.

결국 의료시장의 구조적 왜곡은 현재 병원종별 기능이 제대로 분화되지 못함에 따라 상호 중복적인 의료서비스의 제공으로 의료자원 활용의 비효율을 초래하고 있다. 병원산업이 전체적으로 균형적인 성장발전을 하기 위해서 의료서비스의 공급주체가 되고 있는 병원, 종합병원, 상급종합병원의 기능이 재정립되어 상호 기능중복을 피하고 환자의 분산이 이루어져야 할 것이다. 이에 정부는 병원종별 기능을 정립하기 위해 상급종합병원은 연구중심 병원으로서 고도의 진료 기능을, 종합병원은 포괄적이고 종합적인 진료 기능을, 병원은 전문화 또는 특화를 통한 전문 진료기능을 담당하게 함으로써 종별 기능의 재편을 검토하고 있다(한국병원경영연구원, 2011).

지금까지 병원산업에서 생산 효율성 연구는 특정 지역에 소재한 병원 또는 특정 그룹(공공병원과 민간병원)을 대상으로 병원 종별 구분 없이 효율성을 측정하고 평가하는 데 초점을 두어 왔다. 그러나 병원산업 내에서 병원 종별, 규모별 구분하지 않고 모든 병원들이 동일한 의료기술에 의해 의료서비스를 제공한다고는 볼 수 없다. 왜냐하면 병원 종별, 규모별 의료기관 간 의료기술 수준이 서로 다르고 의료장비, 시설, 정보인프라 등이 다르기 때문이다. 그러므로 병원 특성이 유사한 그룹으로 분류하여 그룹 특성을 반영시킨 여러 개의 생산함수 모형에

의해 효율성을 측정하고 메타방법론을 적용하여 병원 종별, 규모별 메타기술효율성과 기술격차를 평가하여 우리나라 병원산업의 경쟁력을 종합병원 영역별로 진단하고, 이와 관련한 정부의 의료기관 종별 기능 재정립 정책 추진의 필요성을 제기하고자 한다.

1.2 연구목적

본 연구에서는 메타방법론을 적용하여 병원산업의 효율성을 평가하고 병원 종별, 규모별 기술격차를 비교분석한다. 즉 메타방법론에 확률변경함수를 접목시켜 병원 종별(상급종합병원과 종합병원) 기술효율성과 메타기술효율성, 그리고 기술격차 등을 분석하고 상급종합병원, 종합병원(대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원) 간 기술력 차이를 평가하고자 한다.[1] 구체적으로 선행 연구를 참고하고 메타방법론을 적용하여 우리나라 병원산업의 핵심적 역할을 하고 있는 상급종합병원, 대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원을 대상으로 산출거리함수를 이용한 확률변경모형을 추정하여, 병원그룹별 효율성, 메타효율성, 메타기술격차를 비교분석함으로써 병원산업의 기능 재정립을 위한 의사결정의 기초자료를 제공하고자 하는 데 본 연구의 목적이 있다.

II. 메타확률변경분석과 선행연구

2.1 메타확률변경분석

서로 다른 산업, 지역, 규모, 국가에 속하고 있는 생산단위 조직들은 기술적으로 이용 가능한 인적, 물적 재화적 자원이 서로 다르므로 선택할 수 있는 기술집합(technology sets)이 다르다. 그룹별 이용가능한 생산기술집합이 서로 다른 경우 그룹별 생산프론티어를 구성하여 효율성을 측정하게 된다. 메타프론티어 생산함수모형은 동일한 기술을 사용하는 기업들을 그룹화하고 그룹별 생산함수를 포락하는 생산함수모형으로 이 모형을 통해 서로 다른 기술을 갖는 그룹의 프론티어 생산함수와 비교하여 그룹 간 효율성을 비교할 수 있을 뿐만 아니라 각각의 생산단위 조직들이 그룹 내의 효율성과 전체 산업에서의 효율성을 측정할 수 있다(O'Donell et al., 2008). 그러므로 서로 다른 기술을 가진 단위조직의 효율성을 비교하기 위해서 확률변경분석법에 의해 메타확률변경모형을 추정하게 된다.[2]

확률변경분석(Stochastic Frontier Analysis: SFA)은 생산프론티어와 생산효율성을 측정하는 계량경제적 방법론으로 Aigner, et al.(1977)과 Meeusen and Van Den Broeck(1977)에 의해 처음 제안되었고, 그 이후 Schmidt and Lovell (1979), Greene(1980), Jondrow et al.(1982) 등이 발전시켰다. 이 SFA의 기본적 모형은 다음의 식(1)과 같이 정식화할 수 있다.

1) 본 연구에서 병원을 표본에서 제외시켰는데, 병원급 의료기관이 영세하고 대부분 개인 소유이므로 자료수집이 현실적으로 용이하지 않으며 일부 병원에 대한 자료가 수집되었으나 자료의 내용이 부실하고 신뢰성이 부족하다고 판단되어 표본에서 제외시켰다.
2) 확률변경함수는 정해진 함수 형태(콥-더글러스 생산함수, 초월대수생산함수)의 결정적 모수적 프론티어 모형으로 정의하고 있다.

$$Y_i = a + X_i\beta + v_i - u_i,\ u_i > 0,\ v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$$ 식(1)

식(1)의 오차항 중에서 v_i는 u_i와 독립적으로 정규분포를 갖는 확률오차항이며 u_i는 단위조직의 개별 비효율성으로 인하여 발생되는 손실산출량으로 보고 있다. 그런데 식(1)에서 u_i를 모르기 때문에 이를 확률변수로 보고 분포를 가정하여 추정하는데, Aigner, et al.(1977)은 u_i를 일방향 반정규분포를 하는 확률변수로 가정하여 u_i의 최우추정량을 구하고 있고, Stevenson(1980)은 절단형 정규분포를 가정하여 Aigner, et al.(1977)의 반정규분포를 일반화시키고 있다.[3)]

본 연구는 병원그룹을 상급종합병원그룹, 대형종합병원그룹, 중형종합병원그룹, 소형종합병원그룹 등 4개로 분류하고 식(1)에 기초하여 그룹별 확률변경함수를 다음의 식(2)와 같이 설정하였다(Battese et al., 2004; O'donnell et al., 2008).

$$y_{it}^k = f(x_{it}^k, \beta^k)e^{V_{it}^* - U_{it}^*},$$
$$i = 1,2,..,L_k; t = 1,2,..,T; k = 1,2,3$$ 식(2)

여기서

y_{it}^k는 t시점의 k그룹에 속한 i병원의 산출량

x_{nit}^k는 t시점의 k그룹에 속한 i병원의 투입요소벡터

β^k는 k그룹의 미지의 모수벡터

V_{it}^k는 k그룹 내의 통계적 잡음이며 이는 $N(0, \sigma_{V,k}^2)$의 분포를 따른다.

U_{it}^k는 k그룹 내의 비효율성을 나타내며 이는 절단된 정규분포 $N(\mu_{it}^k, \sigma_{it}^k)$를 따른다.

그런데 식(2)의 지수형 확률변경함수는 모수 베타에 대해 선형이라고 가정하면, 다음의 식(3)으로 표현할 수 있다.

$$y_{it}^k = e^{x'_{it}\beta^k + V_{it}^k - U_{it}^k}$$ 식(3)

따라서 t시점에서 k그룹에 속한 i병원의 그룹 기술효율성은 그룹프론티어 상의 산출량과 실제 산출량의 비율로서 다음의 식(4)에 의해 측정한다(Battese and Coelli, 1992).

$$TE_{it}^k = \frac{y_{it}^k}{e^{x'_{it}\beta^k + V_{it}^k}} = \frac{e^{x'_{it}\beta_{it}^k + V_{it}^k - U_{it}^k}}{e^{x'_{it}\beta^k + V_{it}^k}} = e^{-U_{it}^k}$$ 식(4)

위의 식(4)와 같은 논리로 t시점에서 메타확률변경함수에 의한 i병원의 메타기술효율성 즉 메타프론티어 상의 산출량과 실제 산출량의 비율은 다음의 식(5)에 의해 측정한다.

$$TE_{it}^* = \frac{y_{it}^*}{e^{x'_{it}\beta^* + V_{it}^*}} = \frac{e^{x'_{it}\beta^* + V_{it}^* - U_{it}^*}}{e^{x'_{it}\beta^* + V_{it}^*}} = e^{-U_{it}^*}$$ 식(5)

그런데 위의 식(3)의 k그룹에 속한 i병원의 그룹확률변경함수 상의 산출량은 식(5)의 메타확률변경함수 상의 산출량보다 작거나 같아야 한다. 왜냐하면 메타확률변경함수는 그룹별 확률변경함수를 포락하는 형태를 취하고 있기 때문이다. 그러므로 k그룹에 속한 i병원의 그룹확률변경함수 상의 산출량 예측치와 메타확률변경함수상의 산출량 예측치 간에는 다음의 식(6)과 같은 관계가 성립한다.

$$\hat{y}_{it}^* \geq \hat{y}_{it}^k,\ \text{즉}\ e^{x'_{it}\beta^*} \geq e^{x'_{it}\beta^k}$$ 식(6)

3) 절단형 정규분포에서 $u = 0$이면 반정규분포가 된다.

식(2)에서 모수 베타에 대해 선형이라고 가정하였으므로 식(6)의 양변에 자연대수를 취하면 다음과 같은 식(7)이 되며 이 식은 메타프론티어의 모수를 측정하기 위한 선형문제의 제약조건식이 된다.

$$x'_{it}\beta^* \geq x'_{it}\beta^k \qquad \text{식(7)}$$

그리고 식(6)의 양변에 $e^{x'_{it}\beta^*}$를 곱하면 다음과 같은 식(8)를 도출할 수 있다.

$$MTR^k(x,y) = \frac{e^{x'_{it}\beta^k}}{e^{x_{it}\beta^*}} \qquad \text{식(8)}$$

위의 식(8)은 i병원의 그룹확률변경함수 상의 기술효율성과 메타확률변경함수 상의 기술효율성의 비율이며 이는 메타프론티어 상의 최대 산출량(메타효율성)을 그룹프론티어 상의 최대산출량(그룹효율성으로 나눈 비율로서 기술격차비율(Technology Gap Ratio: TGR) 또는 메타기술비율(Metatechnology Ratio: MTR)이라고 한다(Battese et al., 2004; O'Donell et al., 2008).

식(1)에서 그룹프론티어의 베타를 추정한 후, 메타프론티어의 모수($\hat{\beta}^*$)를 추정하기 위해서 Battese et al.(2004)의 절대 값 차이를 최소화하는 방식을 채택하였다.

$$Min_{\beta^*} \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \left| \ln f(x_{it},\beta^*) - \ln f(x_{it},\hat{\beta}^k) \right| \qquad \text{식(9)}$$
$$s.t\ \ln f(x_{it},\beta^*) \geq \ln f(x_{it};\hat{\beta}^j)$$

식(9)에서 $f(x_{it}\beta^*)$가 모수 베타에 대하여 로그선형이라고 가정하였고, $\hat{\beta}^k$는 사전에 추정되어 $\ln f(x_{it},\hat{\beta}^k)$가 상수항이 되므로 식(9)의 최적화 문제는 다음의 식(10)과 같다.

$$Min_{\beta^*} \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \left| f(x_{it},\beta^*) \right| \qquad \text{식(10)}$$
$$s.t\ f(x_{it},\beta^*) \geq f(x_{it};\hat{\beta}^k)$$

식(10)은 결국 관측점과 메타프론티어 간의 평균거리이므로 다음의 식(11)과 같이 표현할 수 있다.

$$Min_{\beta^*}\ \bar{x}' \qquad \text{식(11)}$$
$$s.t\ x_{it},\beta^* \geq x_{it}\hat{\beta}^k$$

위의 식(11)은 메타프론티어가 그룹프론티어를 포락하기 위한 필요격차(integrality gap) 제약조건을 충족시키면서 최소화 문제의 해를 구하기 위한 선형계획 문제로서 본 연구는 다음과 같이 메타베타를 계산하기 위한 LP(Linear Programming) 프로그램을 구축하였다.[4)]

---

4) 1단계 primal: $\min\ c^Tx$ $s.t\ Ax \geq b$ → 2단계 dual : $\max\ b^Ty$ $s.t\ A^Ty = c(c \geq 0)$ 2단계 dual = $\min(-b)^Ty$ $s.t\ \begin{pmatrix} A^T \\ -A^T \\ I \end{pmatrix} y \geq \begin{pmatrix} c \\ -c \\ 0 \end{pmatrix}$ 이므로

→ 3단계 dual: $-\max\ c^T - c^T\ O^T)z$ $s.t\ (A\ -A\ \ I)z = -b,$ 여기서, $z = (z_1\ z_2\ z_3)$ 으로 전환되며,

→ 3단계 dual 식을 최소화 식으로 표시하면, $\min\ c^T(z_2 - z_1)$ $s.t\ A(z_2 - z_1) - z_3 = b,\ z_1, z_2, z_3 \geq 0$ 이 된다.

3단계 최소화 식에서 $c^T = \bar{x}'$, $A = x$, $z_2 = \beta_2$, $z_1 = \beta_1$으로 치환하면 최적화식은 다음과 같이 표시할 수 있다.
즉 $\min\ \bar{x}'(\beta_2 - \beta_1)$ $s.t\ x(\beta_2 - \beta_1) \geq b$ 이 식은 식(12)와 동일하다.

$$\min_{\beta_1,\beta_2}\left[-\overline{x}', \overline{x}'\right]\begin{bmatrix}\beta_1\\ \beta_2\end{bmatrix} \qquad \text{식(12)}$$

$$s.t\ \left[-x, x\right]\begin{bmatrix}\beta_1\\ \beta_2\end{bmatrix} \geq x'\hat{\beta}^k$$

여기서 메타 $\beta^* = \beta_2 - \beta_1$이다.

2.3 선행연구

메타방법론을 이용한 효율성 분석에 관한 연구는 Battese and Rao(2002)의 연구를 시초로 Battese et al.(2004) 연구에서 시작되었다. 이 연구의 방법론은 동일한 기술을 이용하는 단위조직들을 하나의 그룹으로 묶고 각 그룹 프론티어 생산함수를 도출하여 효율성을 측정하고 각 그룹의 프론티어 생산함수를 포락하는 메타프론티어를 추정한 후, 이 메타프론티어를 통해 서로 다른 이질적인 그룹 내 단위조직들의 효율성을 비교하고 평가하는 것이 핵심이다. 이 메타프론티어 접근법은 모수적 접근법과 비모수적 접근법이 있다. 모수적 접근법은 확률변경함수모형을 적용하는 접근법이고 비모수적 접근법은 DEA(Data Envelopment Analysis: DEA)모형을 적용하는 방법이다.

모수적 접근법은 Battese et al.(2004) 연구를 비롯하여 O'Donell et al.(2008), Chen and Song(2008), Moreira and Bravo -Ureta(2010) 등이 대표적인 연구가 있고 그 외에도 Assaf(2009), Wang and Rungsuriyawiboon(2010), 황준석 등(2010), 강상목(2011) 등이 있다. 그리고 DEA 모형을 적용한 연구로 O'Donell et al.(2008), Kontolaimou and Tsekouras(2010), Garrido et al.(2011), 강상목과 조상규(2009) 등이 있다.

본 연구는 모수적 접근법에 의한 메타효율성 분석에 초점을 두고 있으므로 이와 관련된 선행연구를 간략하게 기술하고자 한다. Battese et al.(2004)은 이 메타 방법론을 적용하여 인도네시아에서 기술적으로 이질적인 5개 지역 즉 Jakarta, West Java, East Java, Central Java, Outer Islands의 봉제업체들을 대상으로 효율성과 기술격차를 분석하였다. 분석결과 지역별로 메타기술효율성과 기술격차비율이 차이를 보였다. 메타효율성이 가장 높은 Jakarta 지역의 기업들은 다른 지역에 비해 지역기술효율성이 낮은 편이나 기술격차비율이 90.3%로 가장 높아 다른 지역의 기업들에 비해 기술선도적인 기업들로 평가되었다. 반면 메타기술효율성이 낮은 East Java 지역의 기업들은 다른 지역에 비해 지역기술효율성이 가장 높은 편이나 기술격차비율은 다른 지역에 비해 가장 낮아 잠재적 생산량아 40% 수준에 불과하였다.

Chen and Song(2008)은 중국의 농산물 생산지역을 토질, 인구, 경제적 상황 등으로 고려하여 4개 지역으로 구분하고 Battese et al.(2004)의 확률변경생산함수 모형을 이용하여 효율성을 분석하였다. 분석결과 경제적 발전 수준이 높은 지역의 메타프론티어 효율성이 높은 반면, 경제적 발전이 낙후된 지역의 메타프론티어 효율성이 낮았으며 기술격차도 차이를 보이고 있다.

O'Donell et al.(2008)은 메타프론티어 방법론을 비모수적 방법인 DEA 기법과 모수적 방법인 확률변경분석법을 소개하고 두 기법을 적용하여 효율성을 분석하고 있다. 특히 이 연구에서는 향후 연구모형으로 다투입, 다산출요소의 확률변경생산함수모형을 제시하고 있다. Moreira and Bravo-Ureta (2010)은 아르헨티나, 칠레, 우루과이 3개국 낙농산업의 효율성을 분석하였다. 아르헨티나의 46개 농장, 칠레 48개 농장, 우루과이 70개 농장을 대상

으로 초월대수 확률변경함수를 추정하여 효율성을 측정하고 국가 간 기술격차를 분석한 결과, 칠레가 메타효율성이 가장 낮았으며 아르헨티나와 우루과이는 서로 기술격차가 크지 않았으나 칠레와는 기술격차가 크게 나타났다. 또한 Chen et al.(2008)은 대만의 전력회사 산하 24개 전력배송회사를 대상으로 지역고객수를 기준으로 3개의 그룹으로 나누어 통합확률변경함수와 메타확률변경함수를 이용하여 효율성을 측정하여 비교하고 있고, 24개 조직을 네트워크 강도에 의해 2개 집단으로 분류하여 메타효율성을 측정한 결과, 네트워크 강도가 높은 집단이 낮은 집단에 비해 효율성이 높게 나타났다.

국내 연구에서 황준석 등(2010)은 국내 케이블 TV 사업의 결합형태에 따라 수평결합그룹, 수직결합그룹, 독립그룹 등 3개의 그룹으로 분류하고 메타프론티어 생산함수 모형을 적용하여 효율성을 측정한 결과, 기술효율성은 수직결합그룹이 다른 그룹에 비해 가장 높았고, 기술격차비율은 수평결합그룹과 수직결합그룹이 독립그룹에 비해 다소 높게 나타나서 기업결합 형태에 따라 기술효율성과 기술격차비율이 차이가 있음을 밝히고 있다. 또한 강상목(2011)은 한국의 동남권 제조 산업과 일본의 큐슈우권의 제조 산업을 대상으로 확률변경함수를 이용하여 메타기술효율성을 추정, 지역기술효율성, 통합기술효율성과 비교하고 기술격차비율의 수준을 비교하고 있다. 지역기술효율성은 한국과 일본이 비슷하였으나, 기술격차비율은 한국의 동남권 제조 산업이 일본의 큐슈우권 제조 산업에 비해 높아 동남권이 메타프론티어를 선도하고 있음을 확인하고 있다.

III. 분석방법

3.1 분석자료

본 연구에서 사용된 자료는 대한병원협회의 수련병원 경영실태조사 자료이며 2007년부터 2011년까지 5년간 164개의 종합병원을 대상으로 상급종합병원그룹(38개), 500병상 이상 대형종합병원그룹(44개), 300병상~499병상 중형종합병원그룹(37개), 100병상~299병상 소형종합병원그룹(45개) 등 4개의 그룹으로 분류하였다. 이 표본은 우리나라 병원산업에서 가장 핵심적 역할을 수행하고 있는 총 318개 종합병원 중 51.5%로 종합병원(상급종합병원과 종합병원)을 대표한다고 볼 수 있으며 지금까지 의료기관을 대상으로 조사한 기존연구 중 표본수가 가장 많다.

본 연구에서 투입요소와 산출요소는 기존의 국내외 선행연구를 참고하여 선택하였으며, 164개 종합병원을 대상으로 투입요소로서 의사인력, 간호인력, 병상규모 그리고 산출요소로서 입원환자수와 외래환자수를 분석 자료로 이용하였다. 164개 병원에는 의료법인, 재단법인, 대학병원(국공립 포함), 공공병원(지방공사의료원, 국립의료원, 적십자병원 등)이 포함되며 특수목적을 갖는 국립재활원, 결핵병원 등 특수 공공병원 등은 제외하였다. 본 연구의 자료에 대한 기초 통계량은 다음의 〈표 1〉과 같다.

아래의 〈표 1〉에서 투입요소 측면에서 5년간 병원당 평균 의사인력은 상급종합병원 222명, 대형종합병원 107명, 중형종합병원 51명, 소형종합병원 24명으로 상급종합병원이 대형종합병원의 약 2배, 중형종합병원의 4배, 소형종합병원의 10배 규모를 보이고 있다. 병원 당 연평균 간호인력은 상급종합병

〈표 1〉 병원그룹별 병원 당 투입 및 산출요소 기초 통계량

(단위: 명 개)

종별	변수	2007년		2008년		2009년		20010년		2011년		연평균
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
상급종합병원 (38개)	의사수	200	129	210	144	218	152	235	165	246	176	222
	간호사수	634	403	705	481	738	544	809	573	850	600	747
	병상 수	918	352	936	385	946	409	981	432	978	440	952
	외래환자수	726,236	418,794	751,165	431,383	785,830	452,817	845,151	513,609	851,868	528,460	792,050
	입원환자수	329,480	139,933	334,385	138,870	343,584	153,501	310,441	150,038	311,809	154,043	325,940
대형종합병원 (44개)	의사수	98	43	103	45	106	46	113	50	117	52	107
	간호사수	357	117	378	122	391	132	432	148	452	169	402
	병상 수	623	165	632	152	645	154	662	171	670	181	646
	외래환자수	427,709	165,551	452,674	178,901	470,273	174,493	519,540	193,108	528,217	198,992	479,683
	입원환자수	222,026	67,181	227,295	65,626	228,297	63,117	206,612	58,460	207,601	58,691	218,366
중형종합병원 (37개)	의사수	46	16	47	16	50	18	54	22	56	24	51
	간호사수	189	53	196	53	204	59	229	70	238	72	211
	병상 수	389	59	395	64	399	56	410	64	412	67	401
	외래환자수	235,955	72,644	246,425	73,342	261,080	79,023	290,888	83,482	299,509	91,258	266,771
	입원환자수	128,886	23,814	130,265	24,529	132,059	25,024	125,965	25,033	127,223	25,015	128,880
소형종합병원 (45개)	의사수	22	10	23	11	25	12	26	13	26	14	24
	간호사수	95	34	96	36	98	36	103	41	107	46	100
	병상 수	218	62	219	61	218	56	222	60	226	62	221
	외래환자수	142,206	62,993	145,316	65,232	153,465	67,520	171,653	74,928	181,237	74,368	158,775
	입원환자수	74,924	21,568	73,306	23,449	74,081	19,637	69,207	21,570	71,721	24,053	72,648

주) 괄호안은 표준편차를 나타냄

원 747명, 대형종합병원 402명, 중형종합병원 211명, 소형종합병원 100명으로 병원그룹별로 큰 차이를 보이고 있다. 또한 병원 당 연평균 병상규모를 보면, 상급종합병원 952병상, 대형종합병원 646병상, 중형종합병원 401병상, 소형종합병원 221병상 분포를 보이고 있다.

한편 5년간 의사인력과 간호인력의 증가추이를 보면, 상급종합병원이 의사인력 23%, 간호인력 34.1% 증가하고 있고 대형종합병원 19.4%, 26.6%, 중형종합병원 21.7%, 25.9%, 소형종합병원 18.2%, 12.6%로 상급종합병원 뿐만 아니라 모든 종합병원의 의료인력이 증가하는 것으로 나타났다. 병상규모 증가추이를 보면, 상급종합병원 6.5%, 대형종합병원 7.5%, 중형종합병원 5.9%, 소형종합병원 3.7%으로 중소형 종합병원에 비해 대형종합병원에서 병상 수가 더 많이 증가하였다.

산출요소 측면에서 병원 당 연평균 외래환자수는 상급종합병원 792,050명, 대형종합병원 479,683명, 중형종합병원 266,771명, 소형종합병원 158,775명으로 상급종합병원이 대형종합병원에 비해 1.7배, 중형종합병원에 비해 3배, 소형종합병원에 비해 5배 많았고 입원환자수는 상급종합병원 325,940명,

대형종합병원 218,366명, 중형종합병원 128,880명, 소형종합병원 72,648명으로 상급종합병원이 대형종합병원에 비해 1.5배, 중형종합병원에 비해 2.5배, 소형종합병원에 비해 4.5배 더 많았다.

3.2 자료의 처리

본 연구는 후술하는 산출거리함수를 이용하여 병원그룹별 확률변경모형을 추정하고, 메타확률변경모형의 모수는 선형계획법(Leanear Programming: LP)에 의해 측정하였다. 메타확률변경모형의 모수추정치에 대한 유의성 검정을 위해 부트스트랩(Bootstrap)방식을 채택하였다. 부트스트랩으로 메타확률변경함수 오차 항 추정치 표본을 생성하고 이 표본으로부터 베타추정치를 구한 후, 메타베타의 유의성을 검정하였다. 부트스트랩은 표본 재추출(resampling)의 한 방법으로 표본으로부터 구한 분산을 계산하였을 경우 발생할 수 있는 분산의 편의(bias)를 줄이고 좀 더 신뢰할 수 있는 표준편차를 구하기 위한 방법이다(류민지와 이영훈, 2012). 본 연구에서 사용한 부트스트랩 방식은 선행연구(Kim et al., 2007)에 기초하였으며 확률변경함수의 확률오차항(v)과 비효율성(u) 각각에 대하여 표본을 5000번 재추출하여 가상자료(pseudo data)를 구축하고 메타확률변경모형의 표준오차를 계산하였다. 그 과정을 간략히 기술하면 다음과 같다.

먼저 확률효과 모형 즉 $y_{it}=x'_{it}\hat{\beta}-\hat{u}_{it}+\hat{v}_{it}$에서 $\hat{u}_{it}$와 $\hat{v}_{it}$을 계산한 후, $\hat{u}_{it}$을 복원 재추출하고 $\hat{v}_{it}$을 복원 재추출한 한 후, 표본 $y_{it}^{(b)}=x'_{it}\hat{\beta}-\hat{u}_{it}^{(b)}+\hat{v}_{it}^{(b)}$로 가상자료를 구축하였다. 각 b(b=1,2,..., B)에 대한 재 추출된 표본을 $z_1^{(b)}, z_2^{(b)}, .., z_n^{(b)}$이라고 할 때, 이 재 추출된 표본으로부터 부트스트랩 추정량을 도출할 수가 있다. 그리고 최종적으로 편의 조정된 부트스트랩 값(bias-corrected bootstrap values)은 부트스트랩 추정량 $\hat{\theta}^{(b)}$에서 2배의 bias를 제거하여 계산하였다(Kim et al.,2007).

마지막으로 본 연구에서 그룹별 확률변경함수와 메타확률변경함수의 모수 추정 그리고 부트스트랩 방식에 의한 모수추정 등은 R(http://www.r -project.org)에서 프로그램을 구성하여 추정하였다.

3.3 산출거리함수를 이용한 확률변경모형

병원은 다투입 다산출 생산구조를 갖는 특성이 있으므로 본 연구에서는 거리함수를 이용하여 확률변경모형을 추정하고자 한다(O'Donnell et al; 2008). 관측점(x,y)의 산출거리함수는 관측점(x,y)의 기술효율성과 같다. 즉

$$D_o(x,y)=TE_o(x,y) \qquad \text{식(13)}$$

식(13)의 산출거리함수를 추정하기 위해서 추정모형을 초월대수 생산함수로 가정하고 N개의 투입요소와 M개의 산출요소로 구성된 산출거리함수는 다음과 같이 정식화할 수 있다.

$$\begin{aligned} ln D_{oi} &= \alpha_0+\sum_{m=1}^{M}\alpha_m \ln y_{mi}+\frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{M}\alpha_{mn}\ln y_{mi}\ln y_{ni} \\ &+\sum_{j=1}^{N}\beta_j ln x_{ji}+\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N}\sum_{s=1}^{N}\beta_{jn} ln x_{ji}\ln x_{si} \\ &+\sum_{j=1}^{N}\sum_{m=1}^{M}\gamma_{jm}\ln x_{ji}\ln y_{mi} \qquad i=1,2..,N \end{aligned} \qquad \text{식(14)}$$

여기서, $ln D_{oi}$는 i단위조직의 산출거리함수, y_{mi}는 i 단위조직의 m번째 산출량, x_{ji}는 i단위조직의 j번째 투입량을 나타낸다. 식(3)의 초월대수 산출거

리함수는 확률변경분석으로 추정이 가능하다. 식(14)에서 종속변수는 관측된 자료가 아니므로 표본자료에서 추정할 수가 없다. 따라서 거리함수의 산출에 대한 선형 동차성($D(x,y/y_M)=D(x,y)/y_M$) 조건을 이용하여 식(14)를 식(15)로 변형시킬 수 있다(Lovell, Richardson and Wood, 1994).

$$-\ln y_{Mi}=\alpha_o+\sum_{m=1}^{M-1}\alpha_m\ln(y_{mi}/y_M)$$
$$+\frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{N=1}^{M-1}\alpha_{mn}\ln(y_{mi}/y_M)\ln(y_{ni}/y_M)+\sum_{j=1}^{N}\beta_j\ln x_{ji}$$
$$\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N}\sum_{s=1}^{N}\beta_{jn}\ln x_{ji}x_{si}+\sum_{j=1}^{N}\sum_{m=1}^{M-1}\gamma_{jm}\ln x_{ji}\ln(y_{mi}/y_M)$$
$$-\ln D_{0i}\qquad i=1,2,..N \qquad \text{식(15)}$$

그리고 식(15)에서 산출거리함수는 기술비효율성($lnD_{0i}(x,y)=-u_i$)을 나타내므로 양변에 -1을 곱하고 $lnD_{0i}(x,y)$ 대신 $-u_i$로 바꾸어 확률오차항 v_i을 추가시키면, 다음의 식(16)와 같은 Battese et al.(1988) 형태의 확률변경모형을 도출할 수가 있다.

$$-\ln y_{Mi}=\alpha_o+\sum_{m=1}^{M-1}\alpha_m\ln(y_{mi}/y_M)$$
$$+\frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{N=1}^{M-1}\alpha_{mn}\ln(y_{mi}/y_M)\ln(y_{ni}/y_M)+\sum_{j=1}^{N}\beta_j\ln x_{ji}$$
$$+\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N}\sum_{s=1}^{N}\beta_{jn}\ln x_{ji}x_{si}+\sum_{j=1}^{N}\sum_{m=1}^{M-1}\gamma_{jm}\ln x_{ji}\ln(y_{mi}/y_M)$$
$$+v_i+u_i\qquad i=1,2,..N \qquad \text{식(16)}$$

따라서 본 연구는 위의 식(16)에 시간변수를 도입한 k(k=1, 2, 3, 4) 병원그룹별 자연대수형 확률변경모형을 다음과 같이 설정하였다.

$$-lnIP_{it}^k=\beta_0^k+\beta_1^k\ln PY_{it}+\beta_2^k\ln NR_{it}+\beta_3^k\ln BD_{it}$$
$$+\beta_4^k\ln OR_{it}+\beta_5^k T+\beta_6^k\frac{1}{2}lnPY_{it}\ln PY_{it}$$
$$+\frac{1}{2}\beta_7^k\ln NR_{it}\ln NR_{it}+\frac{1}{2}\beta_8^k\ln BD_{it}\ln BD_{it}$$
$$+\frac{1}{2}\beta_9^k\ln OR_{it}\ln OR_{it} \qquad \text{식(17)}$$

$$+\beta_{10}^kT^2+\beta_{11}^k\ln PY_{it}\ln NR_{it}+\beta_{12}^k\ln PY_{it}\ln BD_{it}$$
$$+\beta_{13}^k\ln PY_{it}OR_{it}+\beta_{14}^k\ln PY_{it}T+\beta_{15}^k\ln NR_{it}\ln BD_{it}$$
$$+\beta_{14}^k\ln PY_{it}T+\beta_{15}^k\ln NR_{it}\ln BD_{it}+\beta_{16}^k\ln NR_{it}\ln OR_{it}$$
$$+\beta_{17}^k\ln NR_{it}T+\beta_{18}^k\ln BD_{it}\ln OR_{it}+\beta_{19}^k\ln BD_{it}T$$
$$+\beta_{20}^k\ln OR_{it}+v_{it}+u_{it}$$

여기서, IP_{it}는 i병원의 t시점 입원환자수, PY_{it}는 i병원의 t시점 의사수, NR_{it}은 i병원의 t시점 간호사수, BD_{it}은 i병원의 t시점 병상 수, OR_{it}은 i병원의 t시점 입원환자 1인당 외래환자수를 나타낸다. ν_{it}는 확률오차항이며 μ_{it}는 기술적 비효율성을 나타내는 변수로서 항상 양의 값으로 표시된다. 확률오차항 ν_i는 상호 독립적이고 $i.i.d.N(0,\sigma_\nu^2)$라고 가정한다. 또한 기술비효율성을 나타내는 오차항 μ_{it}는 0에서 절단된 정규분포를 갖고 $i.i.d.N(0,\sigma_\mu^2)$이며 ν_{it}와 상호 독립적이라고 가정한다.

Ⅳ. 분석결과

4.1 확률변경함수의 선택

효율성을 측정하기 위해 병원그룹별 또는 병원전체의 메타확률변경함수를 결정하여야 한다. 이에 본

연구는 상급종합병원그룹, 대형종합병원그룹, 중형종합병원그룹, 소형종합병원그룹의 생산함수의 형태(초월대수형, 곱-더글러스 형)와 비효율성의 분포를 사전에 결정하기 위하여 우도비 검정(likelihood ratio test: LRT)을 하였다.

먼저 본 연구의 데이터에 적합한 생산함수 모형을 결정하기 위하여 두 가지 귀무가설을 설정하였다. 즉 본 연구의 데이터를 설명하는 모형으로 콥-더글러스 형태의 함수모형이 적합하다는 귀무가설과 두 번째 기술비효율성이 존재하지 않는다는 귀무가설이다. 첫 번째 가설에서 제약모형은 콥-더글러스 함수모형이며, 이에 대한 대립가설은 초월대수모형이므로 우도비 검정통계량(likelihood ratio test statistics)은 제약모형의 우도비에서 비제약모형의 우도비를 차감시킨 후에 -2를 곱하여 계산하며 이 값은 제약모형의 수를 자유도로 하는 χ^2분포를 한다.

첫 번째 가설에 대해 상급종합병원 모형의 LR 통계량이 77.557(p=0.000), 대형종합병원모형 79.215(p=0.000), 중형종합병원모형 37.252(p=0.001), 소형종합병원 199.909(p=0.000), 통합모형 328.469(p=0.000)으로 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각시켜 본 연구의 생산함수모형으로 초월대수 모형이 적합하였다. 두 번째 가설에서 제약모형이 기술적 비효율성이 존재하지 않는다($\gamma=0$)는 제약모형과 기술적 비효율성이 존재한다는 비제약모형($\gamma\neq0$)의 우도비를 각각 계산한 후 검정통계량을 구할 수가 있다. 두 번째 가설에 대해 상급종합병원 모형의 LR 통계량이 76.865(p=0.000), 대형종합병원모형 66.170(p=0.000), 중형종합병원모형 34.651(p=0.002), 소형종합병원 200.089(p=0.000), 통합모형 329.890(p=0.000)로 귀무가설을 기각시켜 각 모형에서 기술비효율성이 존재하고 있었다.

그리고 각 모형에서 기술비효율성 u_i의 분포를 가정하여야 하는 데, u_i의 분포를 Aigner et al.(1977)의 반정규 분포(half normal)와 Stevenson(1980)의 절단정규분포(truncated normal)를 가정하고 있다. Battese et al.(2004)는 일반적으로 절단정규분포가 반정규분포를 포함하고 있으므로 이 분포를 가정하는 것이 적절하다고 하였으나 본 연구에서는 어느 분포가 본 연구의 자료를 설명하는 데 더 적합한지를 확인하기 위해 각 그룹별 생산함수의 우도비 검정을 실시하였다. 가설3에서 귀무가설은 기술적 비효율성 u_i의 분포가 반정규 분포($u=0$), 대립가설은 기술적 비효율성 분포가 절단정규분포($u\neq0$)이다. 가설 3을 검정한 결과, 상급종합병원 모형의 LR 통계량이 1.924(p=0.165), 대형종합병원모형 2.252(p=0.112), 중형종합병원모형 2.947(p=0.08), 소형종합병원 1.571(p=0.210), 통합모형 14.524(p=0.000)으로 중형종합병원 모형, 통합모형에서 귀무가설을 기각시켜 절단정규분포를 지지하고 있는 반면, 상급종합병원모형, 대형종합병원모형, 소형종합병원모형은 반정규분포를 지지하고 있다.

또한 기술진보 유무에 대한 귀무가설4를 검정한 결과 상급종합병원모형의 LR 통계량이 35.507 (p=0.000), 대형종합병원모형 55.889(p=0.000),중형종합병원모형 18.602(p=0.005), 소형종합병원 16.475(p=0.011), 통합모형 102.114(p=0.000)으로 유의수준 1% 또는 5%에서 모두 기각되었다. 그리고 기술 중립성에 대한 귀무가설5를 검정한 결과, 상급종합병원모형의 LR 통계량이 10.637(p=0.013), 대형종합병원모형 19.213(p=0.000), 중형종합병원모형 13.124(p=0.004), 소형종합병원 12.563(p=0.005), 통합모형 58.920(p=0.000)으로 유의수준 1% 또는 5%에서 모두 기각되었다. 즉 우리나라 병원들은 기술진보가 이루어지고 있고

〈표 2〉 모형식별 가설검정 결과

검정구분	LR 값	귀무가설	LR 통계량	유의확률	의사결정
상급종합병원	가설1	$H_o : \beta_{LL} = \beta_{LK} = \beta_{KK} = \beta_{TL} = \beta_{TK} = \beta_{TT} = 0$	77.557	0.000	기각
	가설2	$H_o : \gamma = 0$	76.865	0.000	기각
	가설3	$H_o : \mu = 0$	1.924	0.165	채택
	가설4	$H_0 : \beta_0 = \beta_{TT} = \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	35.507	0.000	기각
	가설5	$H_0 : \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	10.637	0.013	기각
대형종합병원	가설1	$H_o : \beta_{LL} = \beta_{LK} = \beta_{KK} = \beta_{TL} = \beta_{TK} = \beta_{TT} = 0$	79.215	0.000	기각
	가설2	$H_o : \gamma = 0$	66.170	0.000	기각
	가설3	$H_o : \mu = 0$	2.522	0.112	채택
	가설4	$H_0 : \beta_0 = \beta_{TT} = \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	55.889	0.000	기각
	가설5	$H_0 : \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	19.213	0.000	기각
중형종합병원	가설1	$H_o : \beta_{LL} = \beta_{LK} = \beta_{KK} = \beta_{TL} = \beta_{TK} = \beta_{TT} = 0$	37.252	0.001	기각
	가설2	$H_o : \gamma = 0$	34.651	0.002	기각
	가설3	$H_o : \mu = 0$	2.947	0.08	기각
	가설4	$H_0 : \beta_0 = \beta_{TT} = \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	18.602	0.005	기각
	가설5	$H_0 : \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	13.124	0.004	기각
소형종합병원	가설1	$H_o : \beta_{LL} = \beta_{LK} = \beta_{KK} = \beta_{TL} = \beta_{TK} = \beta_{TT} = 0$	199.909	0.000	기각
	가설2	$H_o : \gamma = 0$	200.089	0.000	기각
	가설3	$H_o : \mu = 0$	1.571	0.210	채택
	가설4	$H_0 : \beta_0 = \beta_{TT} = \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	16.475	0.011	기각
	가설5	$H_0 : \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	12.563	0.005	기각
통합	가설1	$H_o : \beta_{LL} = \beta_{LK} = \beta_{KK} = \beta_{TL} = \beta_{TK} = \beta_{TT} = 0$	328.469	0.000	기각
	가설2	$H_o : \gamma = 0$	329.890	0.000	기각
	가설3	$H_o : \mu = 0$	14.524	0.000	기각
	가설4	$H_0 : \beta_0 = \beta_{TT} = \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	102.114	0.000	기각
	가설5	$H_0 : \beta_{LT} = \beta_{KT} = 0$	58.920	0.000	기각

이 기술진보는 대체로 비중립적이었다.

4.2 확률변경모형의 추정결과

식(17)을 이용하여 최우법으로 초월대수 확률변경모형을 추정한 결과는 다음의 〈표 3〉에 제시되어 있다. 여기서 초월대수 확률변경모형의 베타계수에 대해서 직접적으로 의미를 해석하는 데에는 한계가 있다. 왜냐하면 함수모형에 생산요소 뿐만 아니라 생산요소의 제곱 및 생산요소 간 제곱 형태의 변수가 포함되어 있고 변수 간 다중공선성이 존재할 수 있기 때문이다. 본 연구는 이 점을 감안하여 〈표 3〉

〈표 3〉 확률변경모형 추정결과

구분	상급종합병원		대형종합병원		중형종합병원		소형종합병원		통합모형		메타모형	
	베타계수	표준오차	베타계수	표준오차	베타계수	표준오차	베타계수	표준오차	베타계수	표준오차	베타계수	표준오차
constant	-24.51***	3.85	-1.59	4.88	-7.13	5.34	-10.55***	2.88	-4.40***	0.91	-12.99**	5.62
log(PY)	3.65**	1.36	2.61*	1.14	2.64***	0.84	1.97***	0.74	0.69*	0.51	1.46*	2.22
Log(NR)	-5.00***	1.42	-2.67*	1.54	-1.33	0.97	-1.38**	0.67	-0.26	0.67	-8.80***	1.69
Log(BD)	11.20***	2.56	6.48***	1.98	1.75	1.63	0.69	1.17	0.19***	0.52	7.36**	3.13
Log(OR)	5.92***	1.42	-5.20***	1.07	-1.94	1.22	-0.99**	0.48	-1.20***	0.25	0.91	1.67
T	-0.15	0.14	0.20	0.12	0.58***	0.16	0.02	0.08	0.07*	0.04	0.24	0.22
Log(PY)^2	0.45	0.41	-0.01	0.16	-0.09	0.31	-0.15	0.20	0.02	0.15	0.98*	0.57
Log(NR)^2	2.25***	0.75	0.45	0.49	-0.13	0.39	-0.02	0.15	0.08	0.12	0.28	0.45
Log(BD)^2	-4.01***	0.89	1.58***	0.48	0.31	0.37	-0.05	0.26	0.36**	0.18	-3.66***	0.94
Log(OR)^2	-0.38	0.39	0.68**	0.28	0.13	0.22	0.43***	0.04	0.46***	0.04	1.17***	0.30
t^2	0.02***	0.01	0.02***	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01**	0.01	0.02*	0.01
Log(PY)*Log(NR)	-2.66***	0.46	-0.18	0.26	0.06	0.31	0.26	0.17	0.01	0.13	-1.81***	0.45
Log(PY)*log(BD)	2.60***	0.48	-0.25	0.16	-0.49**	0.21	-0.49***	0.14	-0.16**	0.10	0.76	0.59
Log(PY)*Log(RO)	0.69	0.39	-0.30	0.14	0.26	0.20	-0.25**	0.10	-0.09	0.08	-0.48	0.36
Log(PY)*T	0.07**	0.03	0.06***	0.02	0.019	0.02	0.01	0.02	0.02**	0.01	0.07	0.05
Log(NR)*Log(BD)	0.56	0.65	-0.66*	0.35	0.29	0.25	0.17	0.15	-0.05	0.1 7	2.23***	0.50
Log(NR)*Log(RO)	1.10***	0.38	-0.45**	0.22	-0.53**	0.23	0.10	0.10	-0.18*	0.11	0.88**	0.35
Log(NR)*T	-0.14***	0.04	-0.01	0.03	0.01	0.02	0.03**	0.01	0.01	0.01	-0.03	0.05
Log(BD)*Log(RO)	-2.30***	0.45	1.41***	0.23	0.68**	0.26	0.41***	0.08	0.44***	0.06	-0.67	0.49
Log(BD)*T	0.09**	0.04	-0.07***	0.02	-0.12***	0.03	-0.04***	0.02	-0.04***	0.01	-0.07	0.06
Log(OR)*T	-0.01	0.03	0.01	0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.06	0.04
sigma^2	0.02***	0.01	0.03***	0.01	0.01***	0.01	0.02***	0.01	0.01***	0.00		
gamma(γ)	0.92***	0.02	0.89***	0.03	0.76***	0.06	0.82***	0.04	0.78***	0.01		
mu(μ)	-	-	-	-	0.19***	0.05	-	-	0.23***	0.01		
로그우도비	264.36		259.39		223.64		270.08		903.27			
표본수	38		44		37		45		164		164	
관측치	190		220		185		225		820		820	

주) "*"는 $p<0.10$, "**"는 $p<0.05$, "***"는 $p<0.01$ 수준에서 유의함.

의 각 확률변경모형에 대해서 1차 생산요소를 중심으로 간략히 살펴보고자 한다.

먼저 각 모형에서 통계적으로 유의적인 변수를 보면, 상급종합병원모형에서 상수항을 제외하고 14개 변수가 통계적으로 유의하였으며 대형종합병원모형에서 12개, 중형종합병원모형에서 6개, 소형종합병원모형에서 9개, 통합모형에서 12개, 메타모형에서 10개가 유의적인 변수로 나타났다. 그리고 추정모형에서 종속변수가 부(-)의 방향이므로 베타계수도 해석하기 쉽게 부호를 바꾸었다.

각 모형의 1차 항 노동요소인 의사인력의 베타계수가 상급종합병원모형, 중형종합병원모형, 소형종합병원모형, 메타모형에서 통계적으로 유의한 정(+)의 값을 보여 주어 의사인력의 증가가 입원환자를 증가시키며 병원의 효율성에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 이는 의사의 보상을 위한 유인수요가 존재하여(Rossiter et al., 1984) 의사수가 많을수록 다양한 진료와 서비스를 제공함으로써 의료수요를 증가키는 것으로 추정된다. 반면 간호인력은 상급종합병원모형, 대형종합병원모형, 소형종합병원모형, 메타모형에서 베타계수가 부(-)의 값을 보이며 통계적으로 유의하였다. 이는 병원을 선호하는 의료소비자들이 의료서비스에 대한 기대수준이 높기 때문에 병원은 다양한 서비스를 제공하기 위해서 많은 간호인력을 필요로 하고 이로 인해 간호사의 생산성 감소로 이어지는 것으로 추론된다.

한편 자본요소인 병상 수는 상급종합병원모형, 대형종합병원모형, 메타모형에서 베타계수가 통계적으로 유의한 정(+)의 값을 보이고 있는 데, 이는 상급종합병원과 대형종합병원의 경우 환자의 쏠림현상으로 입원진료의 수요를 유발시키고 있는 것으로 추정된다.

입원환자 1인당 외래환자수 변수를 보면, 상급종합병원모형, 대형종합병원모형, 소형종합병원모형에서 부(-)의 값을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 외래환자가 증가하여도 입원환자의 증가로 이어지지 않고 오히려 입원환자가 감소하는 관계를 보이며 이는 효율성에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 메타모형에서는 입원환자 1인당 외래환자수 변수가 정(+)의 관계를 보이나 통계적으로 의미가 없었다.

시간변수(T)와 관련하여 시간 T와 시간제곱(T^2) 변수의 베타계수가 상급종합병원모형, 대형종합병원모형, 중형종합병원모형, 메타모형에서 정(+)의 값으로 통계적인 의미가 있는 것으로 나타나 시간변화에 따른 기술변화에 긍정적인 영향을 미치고 있었다. 또한 시간변수와 투입요소 간 상호 곱한 항의 경우 상급종합병원모형, 대형종합병원모형에서 의사인력의 기술진보, 간호인력의 기술퇴보를 보임으로써 기술변화가 발생되고 있는 반면 다른 모형, 특히 메타모형에서 베타계수가 통계적으로 큰 의미가 없었다. 또한 상급종합병원모형에서 시간변화에 따른 병상규모와의 관계에서 베타가 정(+)의 값을 보여 기술진보로 나타나고 있는 반면 대형종합병원모형에서는 기술퇴보로 나타났다. 그러나 메타모형에서는 시간변화와 병상규모 간 의미 있는 관계를 보이지 않았다.

결론적으로 우리나라 종합병원의 기술효율성은 기술진보 혹은 기술변화에 일부 영향을 받고 있으나 생산투입요소에 의해 더 큰 영향을 받고 있는 것으로 추정되며 대부분 모형에서 생산함수의 1차 계수인 간호인력을 제외하고, 의사인력, 병상수가 이론적 모형과 부합하게 정(+)의 관계를 갖고 있었다.

4.3 메타기술효율성 분석

각 병원그룹의 확률변경함수가 그룹별 동일한 기술을 공유하고 있는지를 확인할 필요가 있다. 만약에 병원그룹별 동일한 기술을 공유하고 있다면, 효율성 비교가 가능하지만 그룹별로 기술이 다르다면 직접적으로 비교하기 어렵다. 병원그룹별 동일한 기술을 공유하고 있는지를 확인하기 위하여 모든 그룹을 통합한 확률변경함수의 최우추정치는 그룹별 확률변경함수의 최우추정치의 합과 같다는 귀무가설(H_0)을 검정한 결과, 로그우도비 통계량이 421.4이며 이는 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각시키고

〈표 4〉 그룹기술효율성과 메타기술효율성, 기술격차 비교

효율성	병원 그룹	평균	표준편차	최소값	최대값
그룹기술효율성	상급종합병원	0.885	0.068	0.623	0.978
	대형종합병원	0.878	0.070	0.605	0.979
	중형종합병원	0.819	0.065	0.666	0.968
	소형종합병원	0.903	0.051	0.770	0.986
통합기술효율성	상급종합병원	0.787	0.069	0.574	0.960
	대형종합병원	0.773	0.070	0.497	0.935
	중형종합병원	0.783	0.069	0.598	0.952
	소형종합병원	0.784	0.062	0.634	0.963
메타기술효율성	상급종합병원	0.811	0.064	0.566	0.953
	대형종합병원	0.799	0.105	0.402	0.962
	중형종합병원	0.743	0.072	0.567	0.907
	소형종합병원	0.735	0.089	0.302	0.953
메타기술격차비율	상급종합병원	0.917	0.038	0.751	1.000
	대형종합병원	0.909	0.086	0.468	1.000
	중형종합병원	0.907	0.053	0.715	1.000
	소형종합병원	0.815	0.095	0.312	1.000

있다. 따라서 기술효율성이 병원그룹별로 동일하지 않고 서로 다르다는 것을 알 수 있다.

한편 병원그룹별로 기술효율성, 메타기술효율성, 기술격차에 대한 기초통계량은 다음의 〈표 4〉와 같다. 먼저 그룹 기술효율성의 평균은 상급종합병원 0.885, 대형종합병원 0.876, 중형종합병원 0.819, 소형중합병원 0.903으로 기술효율성이 병원 종별로 큰 차이를 보이고 있다. 반면 통합모형에서 상급종합병원의 효율성은 0.787, 상급종합병원 0.773, 중형종합병원 0.783, 소형종합병원 0.784로 병원 그룹간 차이를 보이지 않는 데, 이는 통합프론티어를 기준으로 볼 때 그룹프론티어를 벗어나는 관측점들을 통제하지 못한 결과에 기인하는 것으로 이러한 문제점 때문에 통합모형에 의해 기술효율성을 측정하고 상호 비교하는 것이 의미가 없게 된다.

4개 종합병원을 통합한 메타기술효율성을 보면 상급종합병원 0.811, 대형종합병원 0.799, 중형종합병원 0.743, 소형종합병원 0.735로 상급종합병원과 비교할 때 대형종합병원은 비슷한 수준이나 중형종합병원과 소형종합병원은 차이를 보이고 있다. 기술격차비율에서도 비슷한 결과를 보이고 있는 데, 상급종합병원 0.917, 대형종합병원 0.909, 중형종합병원 0.907, 소형종합병원 0.815 순으로 상급종합병원이 다른 종합병원에 비해 상대적으로 기술적 우위에 있음을 알 수 있다.

병원그룹별 효율성은 소형종합병원 0.903, 대형종합병원 0.878, 상급종합병원 0.885, 중형종합병원 0.819 순이나 기술통합에 의한 메타기술효율성은 상급종합병원 0.811, 대형종합병원 0.799, 중형종합병원 0.743, 소형종합병원 0.735로 그룹기

술효율성과 정반대의 결과를 보이고 있다. 이는 그룹별 프론티어에 의해 효율성을 측정하느냐 아니면 메타프론티어에 의해 효율성을 측정하느냐에 따라 차이가 발생한 결과이며, 이에 그룹별 효율성을 비교하기 위해서는 메타프론티어를 기준으로 측정한 효율성을 이용하는 것이 타당하다고 본다.

따라서 의료기술적 측면에서 메타기술효율성과 기술격차비율을 볼 때, 선도병원군으로 상급종합병원과 대형종합병원이 의료기술이 상대적으로 낙후되어 있는 중형 또는 소형 종합병원에 비해 높으며 병원종별 차이가 뚜렷하게 나타나고 있다〈표 4〉.

또한 〈표 5〉에서 그룹기술효율성, 메타기술효율성, 기술격차비율이 그룹 간(상급종합병원, 대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원) 통계적으로 의미 있는 차이를 보이고 있다. 따라서 그룹기술효율성은 소형종합병원, 대형종합병원, 상급종합병원, 중형종합병원 순이었으며 그룹 간 통계적인 차이가 있었다. 반면, 병원 전체의 기술을 통합한 메타프론티어에 의한 메타기술효율성은 상급종합병원, 대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원 순이었으며, 기술격차비율에서도 상급종합병원, 대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원 순으로 나타나고 있어 우리나라 병원산업에서 의료기술을 선도하는 병원은 상급종합병원임을 확인하였다.

〈표 6〉에서 상급종합병원의 그룹기술효율성은 2007년 0.883에서 2011년 0.890, 대형종합병원 0.874에서 2011년 0.883, 중형종합병원 0.819에서 2011년 0.823, 소형종합병원 2007년 0.902에서 2011년 0.906으로 모든 병원그룹에서 증가하고 있는 추세이다.

메타기술효율성을 보면, 상급종합병원은 2007년 0.805에서 2011년 0.804, 대형종합병원도 2007년 0.800에서 2011년 0.775로 감소추이를 보이고 있으나 상급종합병원이 대형종합병원보다 다소 높은 편이며 그 격차가 커지고 있다. 중형종합병원과 소형종합병원도 효율성이 개선되고 있으나 상급종합병원과 대형종합병원에 비해 낮은 수준이며 큰 기술격차를 보이고 있다〈그림 1〉.

그런데 상급종합병원이 다른 병원그룹에 비해 기

〈표 5〉 병원그룹 간 그룹기술효율성, 메타기술효율성, 메타기술격차 차이검정

		평균 값	F 값	유의확률
그룹기술효율성	상급종합병원	0.885	62.318	0.000
	대형종합병원	0.878		
	중형종합병원	0.819		
	소형종합병원	0.903		
메타기술효율성	상급종합병원	0.811	90.632	0.000
	대형종합병원	0.799		
	중형종합병원	0.743		
	소형종합병원	0.735		
메타기술격차	상급종합병원	0.917	40.934	0.000
	대형종합병원	0.909		
	중형종합병원	0.907		
	소형종합병원	0.815		

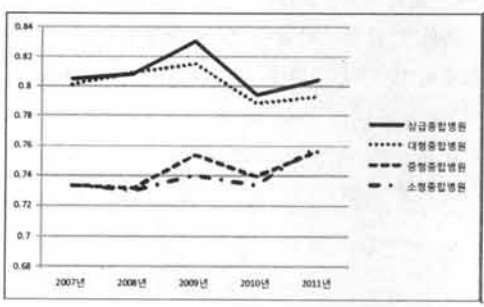
〈표 6〉 병원그룹별 기술효율성, 메타기술효율성, 메타기술격차비율의 연도별 추이

효율성	병원그룹	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
그룹기술효율성	상급종합병원	0.883	0.882	0.898	0.871	0.890
	대형종합병원	0.874	0.883	0.887	0.861	0.883
	중형종합병원	0.819	0.818	0.825	0.813	0.823
	소형종합병원	0.902	0.905	0.910	0.892	0.906
메타기술효율성	상급종합병원	0.805	0.811	0.836	0.798	0.804
	대형종합병원	0.800	0.812	0.820	0.788	0.775
	중형종합병원	0.733	0.734	0.756	0.741	0.754
	소형종합병원	0.730	0.723	0.736	0.732	0.758
메타기술격차비율	상급종합병원	0.913	0.921	0.933	0.917	0.903
	대형종합병원	0.911	0.919	0.924	0.914	0.875
	중형종합병원	0.894	0.896	0.916	0.912	0.917
	소형종합병원	0.809	0.799	0.810	0.823	0.838

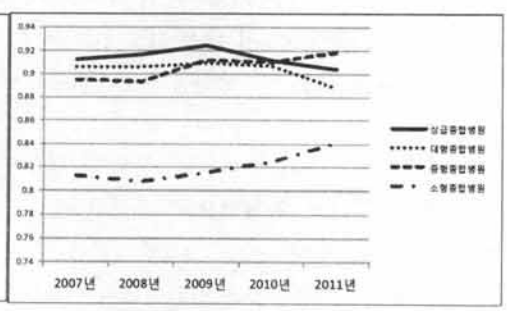
술격차비율이 가장 높으나 2011년도에만 중형종합병원에 역전되고 있다. 이는 중형종합병원이 그룹효율성과 메타효율성이 모두 낮기 때문에 발생되는 문제이다. 중형종합병원은 기술격차비율은 다소 높은 편이지만 이는 일부 선도병원들의 영향이 크고 그룹효율성과 메타효율성이 낮기 때문에 나타나는 현상으로 실제는 상급종합병원이나 대형종합병원에 비해 의료기술이 낙후되어 있다고 본다. 또한 소형종합병원도 다른 병원 군에 비해 기술격차비율이 가장 낮으며 그 격차가 점차 커지고 있어 의료 기술적 측면에서 열위에 있는 것으로 분석된다〈그림 2〉.

Ⅴ. 결론

본 연구는 대한병원협회의 2007년부터 2011년까지 5년 동안 수련병원 경영실적 패널자료를 이용하



〈그림 1〉 그룹별 메타효율성 추이



〈그림 2〉 그룹별 기술격차비율 추이

여 확률변경생산함수 모형을 추정하고 상급종합병원, 대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원으로 구분하여 병원의 효율성과 메타효율성, 메타기술격차비율을 측정하여 우리나라 종합병원의 효율성을 분석하였다. 본 연구의 분석결과에 대한 시사점을 정리하면 다음과 같다.

우리나라 종합병원의 효율성 모형은 초월 대수형 생산함수의 형태로서 비효율성 분포를 하며 분포형태는 상급종합병원, 대형종합병원, 소형종합병원이 반정규분포, 중형종합병원, 통합병원이 절단형 정규분포를 하는 것으로 나타났다. 그리고 대부분 모형에서 기술진보 혹은 기술변화가 이루어지고 있고 이 기술진보는 대체로 비중립적이었다.

투입요소측면에서 상급종합병원모형, 중형종합병원모형, 소형종합병원모형, 메타모형에서 노동요소인 의사인력이 입원환자수와 정(+)의 관계를 보임으로써 종합병원의 효율성에 긍정적인 영향을 미치고 있었다. 이는 의사의 보상을 위한 유인수요의 존재(Rossiter & Wilensky, 1984)에 기인하고 이에 다양한 진료와 서비스를 제공함으로써 의료수요가 증가하는 의미로 해석된다. 반면 간호인력은 상급종합병원모형, 대형종합병원모형, 소형종합병원, 메타모형에서 부(-)의 관계를 보여 효율성에 부(-)의 영향을 미치고 있다. 이는 병원을 선호하는 의료소비자들이 의료서비스에 대한 기대수준이 높고 서비스 범위가 다양하므로 병원에서 많은 간호 인력을 필요로 하고 이에 따라 간호사의 생산성이 감소되는 현상으로 추론된다.

또한 자본요소인 병상 수는 상급종합병원모형, 대형종합병원, 메타모형에서 통계적으로 유의한 정(+)의 관계를 보이고 있다. 이는 상급종합병원과 대형종합병원의 병상자원의 공급은 입원진료의 수요를 유발시키고 있어 대형병원으로 환자가 집중됨을 시사하고 있다.

산출요소측면에서 상급종합병원모형에서 외래환자의 증가가 입원환자의 증가로 이어지는 데 반해 대부분 종합병원모형에서는 외래환자가 증가하여도 입원환자의 증가로 이어지지 않고 오히려 입원환자가 감소하는 관계를 보이고 있다. 이는 의료수요가 상급종합병원으로 집중되는 현상과 중소형 종합병원의 병상공급 과잉 문제와 무관하지 않은 것으로 추정된다.

기술변화측면에서 상급종합병원은 의사인력과 병상규모의 기술진보로 생산성이 증가하거나 종합병원은 병상규모와 간호인력의 기술퇴보로 생산성이 감소하는 경향을 보여 기술비중립적임을 시사하고 있다. 우리나라 종합병원의 기술효율성은 기술진보 혹은 기술변화에 일부 영향을 받고 있으나 이보다는 생산투입요소에 더 큰 영향을 더 받고 있는 것으로 추정된다.

마지막으로 병원 전체의 기술을 통합한 메타프론티어에 의해 메타기술효율성을 측정한 결과, 병원종별 규모별 효율성과 기술격차의 차이가 존재하였다. 즉 기술을 공유하였을 경우 상급종합병원이 기술적으로 가장 선두에 있으며 대형종합병원, 중형종합병원, 소형종합병원 순으로 효율성의 차이를 보이고 있다. 또한 기술격차비율에서도 상급종합병원이 다른 병원그룹에 비해 가장 높았으며 병원규모가 작을수록 기술격차비율은 작아 대형병원이 중소종합병원에 비해 기술우위에 있는 것으로 분석된다.

결론적으로 상급종합병원은 다른 병원그룹에 비해 효율성과 기술격차비율이 높아 기술적으로 우위에 있음을 보여 주고 우리나라 병원산업에서 의료기술을 선도하는 병원그룹임을 확인할 수 있었다. 그리고 중형종합병원과 소형종합병원은 대형병원에 비해 효율성이 낮으나 상급종합병원의 의료기술과 경영관

리능력에 대한 기술정보를 공유하였을 경우 충분히 효율성을 개선시킬 수 있는 잠재적 가능성이 있다.

그러나 현 의료제도의 틀 내에서 의료기관 간 의료기술과 경영관리정보를 공유하는 데 많은 제약요인이 따른다. 현행 우리나라 의료체계는 의료기관 종별로 기능과 역할이 분담되지 못하고 상호 중복투자와 무한경쟁으로 의료자원의 비효율적인 낭비와 환자의 질병 종류에 관계없이 수도권 대형병원으로 쏠림현상 등 구조적인 문제점을 가지고 있다.

이를 개선하기 위해서는 의료기관의 기능 재편이 요구된다. 상급종합병원의 환자 쏠림현상을 억제하고 종합병원으로 분산시키며 의료기관의 과잉중복투자를 피하기 위해서는 병원종별 기능분담이 합리적으로 이루어져야 한다. 의료기관 종별 기능을 명확히 하고 그 역할을 분담함으로써 환자 상태에 맞는 최적의 의료서비스를 제공하고 의료자원의 효율적 활용을 도모하여야 한다. 의료기관 기능 재정립을 위해 강제와 규제 방식이 아닌 자율과 선택을 보장하면서 필요한 제도를 마련하고 인센티브와 디스인센티브를 부여하는 방식을 통해 환자와 공급자의 변화를 유도하여 나가야 할 것이다.상급종합병원은 중증질환 중심, 연구중심병원으로 종합병원은 입원진료중심으로 소형종합병원은 전문병원 중심으로 기능을 확립함으로써 양질의 의료에 대한 국민 욕구를 충족하도록 하여야 한다(조재국, 2010).

그리고 중형종합병원과 소형종합병원의 기술효율성 개선을 위한 제도적인 환경변화 이외에 중소형 종합병원은 상급종합병원 또는 대형종합병원과의 연계를 통하여 의료기술과 경영기술을 습득하게 함으로써 병원종별, 규모별 균형 있는 성장과 발전이 가능하고 나아가 국제 경쟁력 있는 의료서비스 산업의 핵심적 주체가 될 수 있다고 본다.

본 연구는 분석기간이 짧고 표본 병원 대상으로 분석하였다는 점에서 본 연구결과를 우리나라 병원산업에 일반화시키는 데에는 한계점이 있다. 또한 이 연구에서 확률변경모형의 종속변수로 사용된 환자 수는 생산량으로 간주하는 데에는 다소 무리가 있으며 이를 소비로 본다면 생산함수 대신 비용함수 모형을 적용하는 것이 합리적이지만 병원의 비용자료 수집의 한계 때문에 환자 수를 병원에서 제공한 진료량의 대체물로 간주하여 분석한 점에 대해서는 향후 추가적인 연구에서 개선되어야 할 부분이다.

그러나 지금까지 병원산업의 효율성을 분석하는 데 자료수집의 한계로 인해 공공병원 자료나 소수의 민간병원 자료에 국한하고 있으나 본 연구에서는 종합병원 모집단 318개 중 50%가 넘는 164개 종합병원을 대상으로 5년간 패널자료를 이용하였다는 점에서 연구의 신뢰성을 높일 수 있었으며, 둘째, 메타방법론을 병원산업에 처음으로 적용, 메타확률변경모형을 이용하여 효율성을 분석함으로써 병원산업에서 병원종별(상급종합병원과 종합병원) 효율성의 차이와 기술격차가 존재하고 있음을 실증하였다는 점, 그리고 이 결과에서 우리나라 병원산업의 경쟁력을 높이기 위해 병원종별 균형 있는 성장과 발전이 요구된다는 당위성을 간접적으로 제시하였다는 점에서 연구의 의의를 두고자 한다.

참고문헌

강상목(2011), "확률변경함수를 이용한 메타기술 계측," **생산성논집**, 25(4),103-131

강상목, 조상규(2009), "한·일지역 간 초광역경제권형성에 따른 제조업의 생산성 변화," **국토연구**, 63, 225-252

김경희(2010), "의료서비스 산업 선진화 정책의 비판적 검

토," 1010 한국정책학회 · 한국정책분석평가학회 공동추계학술대회.

대한병원협회, "경영실적통계 내부자료," 2007년-2011년

류민지, 이영훈(2012), "부트스트랩과 확률적 생산변경모형을 이용한 제조업효율성 분석," **산업조직연구**, 20(3),23-44

이용균(2013), "2013년 병원의 경영환경의 전망과 대응과제,"한국병원경영연구원

의료정책연구소(2010), "상급종합병원의 외래환자 조정방안 연구," 의료정책연구소

조재국(2010), "의료전달체계의 발전방향과 정책과제," 보건복지포럼

황준석, 홍아름, 이대호(2010), "케이블TV 산업의 소유규제 변화와 기업결합 형태별 생산효율성차이의 실증연구," **한국방송학보**, 24(2), 276-313

한국보건산업진흥원(2012), "보건의료자원 핸드북," 한국보건산업진흥원.

한국병원경영연구원(2011), "2011년도 병원 경영과 정책전망," 한국병원경영연구원

Aigner, D., C.A.K, Lovell, and P. Schmidt(1977), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models," *Journal of Econometrics*, 6, 21-37

Assaf, A(2009), "Accounting for Size in Efficiency Comparison of airports, *Journal of Air Transport Management*, 15, 256-258.

Assaf, A., KM, Matawie(2010), "A Bootstraped Metafrontier Model, *Applied Economics Letter*, 17, 613-617

Assaf, A., CP, Barros and A, Josiassen(2010), "Hotel Efficiency: A Bootstrapped Metafrontier Approach," International *Journal of Hospitality Management*, 29, 468-475.

Wang, X., S, Rungsuriyawiboon(2010), "Agricultural Efficiency, Technical Change and Productivity in China, *Post-Communist Economies*, 22(2), 207-227

Battese, GE, and TJ, Coelli(1988) "Prediction of Grm-level technical efficiencies: With a generalized frontier production function and panel data," *Journal of Econometrics* 38: 387-399

Battese, GE, and TJ, Coelli(1992), "Estimation of a Production Frontier with Application to Pastoral Zone of Eastern Australia," *Australian Journal of Productivity Analysis*, 13,153-169

Battese, GE, and D.S.P, Rao(2002), "Technology Gap, Efficiency, and a Stochastic Metafrontier Function," *International Jouranl of Business and Economics*, 1, 87-93

Battese, GE, and Rao, D.S.P., and C.J, O'Donell (2004), "A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Efficiencies and Technology Gaps for Firms Operating Under Different Technologies," *Journal of Productivity Analysis*, 21,191-203

Chen, K.H., Huang, Y.G., and C.H, Yang(2008), "Analysis of Regional Productivity Growth in China: A Generalized Metafrontier MPI Approach," Asian-Pacific Productivity Conference

Chen, Z., S. Song(2008), "Efficiency and Technology Gap in China's Agriculture: A Regional Meta-Frontier Analysis," *China Economic Review*, 19,287-296

O'Donnell, CJ., and GE. and D.S.P, Rao(2008), "Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-level Efficiencies and Technology Ratios," *Empirical Econometrics*, 34, 231-255

Greene, WH(1980), "Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Function," *Journal of Econometrics*, 13, 27-56

Jondrow, J., C.A.K. Lovell, IS. Materov, and P.

Schmidt(1982), "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function," *Journal of Econometrics* 19, 233-284.

Kontolaimou, A., Tsekouras(2010), "Are Cooperative the weak link European Banking? A Non-Parametric Metafrontier Approach, *Journal of Banking & Finance*, 31, 2081-2102

Kim,MS.,YS. Kim, and P.Schmidt(2007), "On the accuracy of Bootstrap Confidence Intervals for Efficiency Levels in Stochastic Frontier Models with Panel Data." *Journal of Productivity Analysis*, 28,165-181

Lovell, C.A.K., S. Richardson, P. Travers and LL. Wood (1994), "Resources and Functionings: A New View of Inequality in Australia," W. Eichhorn (ed.), Models and Measurement of Welfare and Inequality, Berlin, Springer-Verlag.

Meeusen, W. and J. van. den. Broeck(1977), "Efficiency Estimation from Cobb Douglas Production Functions with Composed Error," *International Economic Review*, 18(2), 435-444.

Moreira, VH., BE, Bravo-Ureta(2010) "Technical Efficiency and Metatechnology ratios for Dairy Farms in three Sourthern Cone Countries: A Stochastic Meta-Frontier Model," *Journal of Productivity Analysis*, 33, 33-45

Stevenson, R(1980), "Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation," *Journal of Econometrics*, 13, 57-66.

Rossiter, Louis, and GR, Wilensky(1984), "Identification of Physician-Induced Demand," *The Journal of Human Resources*, 19(2),

Garrido, SR., FH, Sancho(2011), "Comparing the Efficiency of Wastewater Treatment Technologies through a DEA Metafrontier Model," *Chamical Engineering Journal*, 173, 766-772

Simar, L., and P. Wilson(2004), 'Sensitivity of Efficiency scores: How to bootstrap in Nonparametric Frontier Models, Management Science, 44, 49-61.

An Analysis of the Technical Efficiencies of Korean General Hospitals using Meta Stochastic Frontier Analysis

Donghyun Yang* · Youngjae Chang**

Abstract

Some general hospitals are in managerial troubles suffering from insufficient demand, which is mainly caused by overlapping function among general hospitals. It is necessary for general hospitals to differentiate functionally further so that they are efficiently utilized by the medical consumers.

This study try to analyze the efficiencies of advanced general hospitals, large-size general hospitals, medium-size hospitals, and small-size hospitals with meta stochastic frontier approach, in order to provide a basis for functional differentiation of general hospitals for the balanced growth of general hospitals in the medical industry. That is, this study uses a meta frontier method in evaluating efficiencies of hospitals and compares their competitiveness with group-specific technical efficiencies, meta technical efficiencies, and their meta technology gaps among four hospital groups.

This study is the first study in Korea using meta stochastic frontier analysis to analyze technical efficiencies of hospitals. We find that advanced general hospitals lead medical technology and large-size general hospitals follow them closely, while the competitiveness of medium-size and small-size general hospitals is relatively weak. We pinpoint the differences of technical efficiencies among various general hospital groups. The gaps in the technical efficiencies and technology among general hospital groups imply that advanced general hospitals concentrate on highly difficult and complicated diseases, large and medium general hospitals focus on most diseases, and small general hospitals focus on limited special diseases.

* Professor, Department of Management, Inje University
** This work was supported by grant from Inje University, 2013

This study has some limitations. The period of sample is 5 years long and 164 out of 318 general hospitals were covered, so it has some limitation in generalizing the result.

Key words: Technical Efficiencies, Meta Stochastic Frontier Function, Meta Technical Efficiency, Technology Gap