

Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수의 이론적 관계와 실증적 분석

박현숙¹ · 양동현²

¹대전대학교 경영대학 병원경영학과, ²인제대학교 글로벌경영대학 글로벌경영학부

The Theoretical Comparison of Malmquist and Luenberg Productivity Indices & Empirical Analysis

Hyun Suk Park¹, Dong Hyun Yang²

¹Department of Health Service Management, Daejeon University College of Business Administration, Daejeon; ²School of Global Management, Inje University College of Global Business, Gimhae, Korea

Background: We measured productivity changes of regional public hospitals using both global Malmquist productivity index—based on global production possibility set over all the periods—and the traditional Malmquist productivity index and analyzed the factors of productivity change.

Methods: The data used in this study is two annual inputs and two annual outputs of 32 regional public hospitals in Korea from 2005 to 2009 and the results such as distances and Malmquist productivity index and global Malmquist productivity index are obtained by an R program written for this study.

Results: The results can be summarized as follows. Firstly, technical efficiencies of regional public hospitals are affected largely by scale efficiency than pure technical efficiency. Second, productivity progressed and technological change has more significant influence on productivity advance over the period between 2005 and 2009. Third, the circularity problem of the traditional Malmquist index is confirmed, and so the global Malmquist index without this problem are valid for the analysis.

Conclusion: Though this study also has some limitations with the data of regional public hospitals with a short time span, it is the first study of hospitals using global Malmquist productivity index and later it can be expanded to private hospitals and longer time periods.

Keywords: Data envelopment analysis; Malmquist productivity index; Luenberg productivity index; Regional public hospitals

서 론

Malmquist 생산성지수는 Caves 등[1]이 모형의 이론적 틀을 마련하고 Fare 등[2]이 data envelopment analysis (DEA)모형을 이용하여 개발한 것으로 두 인접기간의 거리함수의 비율을 기하평균하여 측정하고 있다. Fare 등[3]은 이 Malmquist 생산성지수를 기술 효율성 변화와 기술변화로 분해하고 산출거리함수와 산출지향 기술효율성 측정치 간의 역의 관계를 이용하여 비모수 다투입요소와

다산출요소의 생산기술에 대비시켜 Malmquist 생산성지수를 계산하여 생산성 변화를 분석하였다. 그런데 이 Malmquist 생산성지수는 수익을 극대화한다는 가정하에서 산출지향 관점에서, 또는 비용을 극소화한다는 가정하에서 투입지향 관점에서 어느 한 개의 생산성지수를 선택하여 분석함에 따라 어느 한 방향을 통제함에 따른 정보의 손실을 문제점으로 지적하고 있다[3]. 즉 수익과 비용을 결합한 이익함수에 쌍대문제로 풀 수 있는 거리함수가 존재하지 않으므로 이에 대응하는 두 방향을 고려할 수 있는 Malmquist

Correspondence to: Dong Hyun Yang
School of Global Management, Inje University College of Global Business, 197 Inje-ro, Gimhae 627-749, Korea
Tel: +82-55-320-3879, Fax: +82-55-335-3317, E-mail: inydh@inje.ac.kr
Received: April 24, 2015 / Revised: May 30, 2015 / Accepted after revision: May 31, 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.

생산성지수를 정의할 수가 없기 때문이다. 다시 말해 투입기준이든 산출기준이든 어느 한 방향으로만 생산성 변화를 측정함에 따라 다른 방향의 효과를 생산성 변화에 반영시키지 못하는 지수모형으로서 구조적인 문제점이 있다.

이에 Luenberger [4,5]는 부족함수 또는 방향거리함수 개념을 도입하여 현재의 거리함수를 일반화시켜서 이 거리함수에 의해 투입 요소의 감축과 산출요소의 증가를 고려한 유연한 효율성 측정방법론을 제시하였다. Chambers 등[6]은 이 부족함수 즉 방향거리함수가 이익함수의 쌍대함수임을 입증하였다. 이 거리함수를 이용하여 Chambers 등[7]은 이 Luenberger 생산성지수를 Malmquist 생산성지수의 일반화된 식으로 소개하였다. 이 Luenberger 생산성지수는 이익의 극대화를 가정한 단위조직을 평가하는 데 유용하고 필요 시에 수익을 극대화할 경우와 비용을 극소화할 경우에 각각 대응하는 산출지향 또는 투입지향 관점에서 각각의 생산성지수를 도출할 수 있다. 따라서 Luenberger 생산성지수는 Malmquist 생산성지수를 포괄하는 개념으로 볼 수 있다.

또한 Malmquist 생산성지수는 효율성을 측정할 때 Shephard [8,9]의 거리함수를 적용하는데 이는 비율로 측정하는 반면, Luenberger 생산성지수는 투입요소와 산출요소를 동시에 고려한 방향거리함수 또는 비례적 거리함수를 이용하여 합산 또는 차이 개념에 의해 효율성을 측정하고 있다. 이 두 접근법은 근본적인 차이점이 있는데, 비율은 측정단위에 무관하지만 합산 또는 차이는 측정단위가 다를 경우 합산 또는 차이를 계산할 수가 없다. 또한 비율은 원점의 변화가 있을 때 비율의 변화를 보이지 않으나 합산 또는 차이는 변화를 보인다. 그리고 비율은 0의 값을 가지는 관측치를 처리하기가 어려운 반면 합산이나 차이에서는 0의 값을 처리하는 데 아무런 문제가 없다.

본 연구는 앞에서 기술하였듯이 지수이론에서 비율과 차이의 거리함수에 기초한 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수 간의 이론적 관계를 규명하고 이론적 관계에서 실제 자료를 이용하여 두 생산성지수를 측정된 결과 이론적 관계가 성립하고 있는지를 실증적으로 분석하고자 한다. 구체적으로 표현하면 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수 간 이론적 관계를 규명하여 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 과대하게 추정되고 있는지를 공공병원의 자료를 이용하여 규명하고자 한다. 두 지수 간의 관계에서 생산성 변화, 기술변화, 기술 효율성 변화에 대해서 과대하게 추정하게 된다는 점을 확인하는 것은 매우 중요한 의미를 갖는다. 어느 생산성지수를 사용함에 따라 생산성 변화와 관련 성분요인들의 지수의 크기가 다르게 나타나게 되면 어느 지수를 사용하는 것이 현실적으로 타당한 지를 검토할 필요가 있다. 왜냐하면 다른 방법론에 의해 생산성 변화의 크기가 다르게 도출되는 경우 생산성 분석에서 해석상 오류가 발생할 소지가 많기 때문이다.

본 연구는 서론에 이어 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수 간의 관계를 이론적으로 규명하고 선행연구를 간략히 정리한 후, 분석자료의 설명과 함께 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수를 이용하여 생산성 변화와 기술효율성 변화, 기술변화를 측정지를 도출하고 마지막으로 연구결과를 요약하여 연구의 시사점과 결론을 유도하고 본 연구가 가지는 한계점을 기술한다.

분석 모형

1. 거리함수와 생산성지수 모형

Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수는 생산기술 함수하에서 지수를 계산하기 위한 거리함수의 정의가 서로 다르다. Malmquist 생산성지수는 Shephard의 거리함수를 적용하는 반면 Luenberger 생산성지수는 방향거리함수 또는 비례적 거리함수를 이용한다. 이 거리함수를 측정하기 위해서는 먼저 생산기술함수를 정의하여야 한다. 특정 생산기술에 의해 투입요소벡터 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R_+^n$ (n 은 투입요소의 수)를 이용하여 산출물벡터 $y = (y_1, y_2, \dots, y_p) \in R_+^p$ (p 는 산출요소의 수)를 생산한다고 하면 생산 가능집합은 다음과 같이 정의한다.

<식 1>

$$T(t) = \{(x^t, y^t) \in R_+^{n+p}; x^t \text{ can produce } y^t\}$$

이 생산가능집합은 다음과 같이 다섯 가지 가정하에서 구축한다. 첫째, $(0, 0) \in T(t)$, $(0, y^t) \in T(t) \rightarrow y^t = 0 \rightarrow$ 즉 임의 t 시점의 투입요소 없이는 산출요소도 없다. 둘째, 집합 $A(x^t) = \{(u^t, y^t) \in T(t); u^t \leq x^t\}$ 은 $\forall x^t \in R_+^n$ 의 경계를 나타내며 일정 수준 유효한 투입요소벡터(u^t)에 의해 무한의 산출물벡터를 허용하지 않는다. 셋째, 생산 가능집합 $T(t)$ 는 폐쇄된 집합이다. 넷째, $\forall (x^t, y^t) \in T(t)$, $(x^t, -y^t) \leq (u^t, -v^t) \rightarrow (u^t, v^t) \in T(t)$ 보다 많은 투입으로 보다 적은 생산을 할 수 있으며 그 역도 성립한다. 마지막으로 생산 가능집합 $T(t)$ 는 원점으로부터 볼록(convex)하게 분포한다.

이러한 생산 가능집합하에서 투입지향(input oriented) 효율성 $E_T^i(x^t, y^t)$ 는 생산프론티어를 추격하기 위해서는 최소한 λ 만큼 투입요소벡터를 줄여야 하므로 투입지향 효율성 측정치는 다음의 식 2와 같이 표현한다.

<식 2>

$$E_{T(t)}^i(x^t, y^t) = \min_{\lambda} \{ \lambda; (\lambda x^t, y^t) \in T(t), \lambda \geq 0 \}$$

산출지향(output oriented) 효율성 $E_{T(t)}^o(x^t, y^t)$ 은 생산프론티어를 추격하기 위해 최대한 θ 만큼 산출요소벡터를 늘려야 하므로 산출지향 효율성 측정치는 다음의 식 3과 같이 표현한다.

<식 3>

$$E_{T(x)}^o(x^t, y^t) = \max_{\theta} \{ \theta; (x^t, \theta y^t) \in T(t), \theta \geq 1 \}$$

Malmquist 생산성지수를 추정하기 위해서는 Shephard의 거리함수의 역수인 Debreu [10]와 Farrell [11]의 효율성을 측정하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 Fare 등[2]의 모형에 거리함수 대신 Debreu-Farrell의 효율성을 대입시켜 식으로 표현한다. 즉 투입지향 Malmquist 지수 $M^i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 를 Shephard의 거리함수 대신 Debreu-Farrell의 효율성 $E_{T(t)}(x^t, y^t)$ 로 표현하면 다음의 식 4와 같다.

<식 4>

$$M^i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left\{ \frac{E_t^i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_t^i(x^t, y^t)} \frac{E_{t+1}^i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_{t+1}^i(x^t, y^t)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

위와 동일한 방법으로 산출지향 Malmquist 지수는 다음의 식 5와 같다.

<식 5>

$$M^o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left\{ \frac{E_t^o(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_t^o(x^t, y^t)} \frac{E_{t+1}^o(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_{t+1}^o(x^t, y^t)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

위의 식 4와 식 5에서 규모에 관한 수확불변(constant returns scale, CRS) 가정하에서 다음의 식 6과 식 7로 분해할 수 있다.

<식 6>

$$M^i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{E_t^i(x^t, y^t)}{E_{t+1}^i(x^{t+1}, y^{t+1})} \left\{ \frac{E_{t+1}^i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_t^i(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{E_{t+1}^i(x^t, y^t)}{E_t^i(x^t, y^t)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

<식 7>

$$M^o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{E_t^o(x^t, y^t)}{E_{t+1}^o(x^{t+1}, y^{t+1})} \left\{ \frac{E_{t+1}^o(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_t^o(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{E_{t+1}^o(x^t, y^t)}{E_t^o(x^t, y^t)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

위의 식 6과 식 7에서 등호 오른쪽 첫 번째 항은 기술효율성 변

화, 두 번째 항은 기술변화를 나타낸다. 한편 Luenberger 생산성지수를 정의하기 전에 비례적 거리함수 또는 방향성 거리함수(D_T)를 정의한다. 이 비례적 거리함수(방향성 거리함수)는 투입요소와 산출요소를 동시에 비례적으로 감축시키거나 증가시키는 함수로 다음 식 8과 같이 정의한다.

<식 8>

$$D_t(x^t, y^t) = \max_{\delta} \{ \delta \geq 0; (1 - \delta)x^t, (1 + \delta)y^t \in T(t) \}$$

이 함수는 Luenberger [5]의 부족함수(shortage function) 또는 Chambers 등[6,7]의 방향성 거리함수로서 Debreu-Farrell 효율성 측정치로 표현할 수 있다. 투입기준 거리함수는 다음과 같이 정의한다.

<식 9>

$$D_t^i(x^t, y^t) = \max_{\delta} \{ \delta \geq 0; (1 - \delta)x^t, y^t \in T(t) \} = 1 - E_t^i(x^t, y^t)$$

위의 식 9는 거리함수와 Debreu-Farrell의 효율성 간의 관계를 보여 주고 있는 데 Debreu-Farrell의 효율성은 1에서 투입거리함수를 차감시킨 값과 같다. 한편 산출기준 비례적 거리함수는 다음과 같이 정의한다.

<식 10>

$$D_t^o(x^t, y^t) = \max_{\delta} \{ \delta \geq 0; x^t, (1 + \delta)y^t \in T(t) \} = E_t^i(x^t, y^t) - 1$$

위의 식 10에서 비례적 거리함수와 Debreu-Farrell의 효율성 간의 관계를 보여 주고 있는데, 산출기준 Debreu-Farrell의 효율성은 산출거리함수에 1을 더한 값과 같다. Luenberger 생산성지수 $L(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 는 Chambers 등[6,7]이 제시한 모형으로 Luenberger 생산성지수는 다음과 같이 비례적 거리함수로 표현한다.

<식 11>

$$L(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{1}{2} \{ D_t(x^t, y^t) - D_t(x^{t+1}, y^{t+1}) + D_{t+1}(x^t, y^t) - D_{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) \}$$

Luenberger 생산성지수는 투입기준과 산출기준 비례적 함수로 표현할 수 있다.

<식 12>

$$L^i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{1}{2} \{ D_t^i(x^t, y^t) - D_t^i(x^{t+1}, y^{t+1}) + D_{t+1}^i(x^t, y^t) - D_{t+1}^i(x^{t+1}, y^{t+1}) \}$$

위와 식 12와 동일한 방식으로 산출기준 Luenberger 생산성지수는 다음과 같은 식 13과 같다.

<식 13>

$$L^o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{1}{2} \{ D_t^o(x^t, y^t) - D_t^o(x^{t+1}, y^{t+1}) + D_{t+1}^o(x^t, y^t) - D_{t+1}^o(x^{t+1}, y^{t+1}) \}$$

이 Luenberger 생산성지수는 다음의 식 14와 같이 분해할 수 있다.

<식 14>

$$L(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \{ D_t(x^t, y^t) - D_{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) \} + \frac{1}{2} \left\{ [D_{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) - D_t(x^{t+1}, y^{t+1})] + [D_{t+1}(x^t, y^t) - D_t(x^t, y^t)] \right\}$$

위의 식에서 우변 항은 첫 번째 두 기간(t, t+1) 간 기술효율성 변화를 의미하며, 두 번째 항은 기술변화를 나타낸다. 이 기술변화는 두 시점 간 기술프론티어의 이동으로 t시점에서 투입산출요소가 결합에 대비한 t+1 시점에서 투입산출요소의 결합비율을 나타낸다.

결국 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수 간의 차이점을 요약하면, 첫 번째, 거리함수가 다르다. Malmquist 생산성지수는 Shephard의 거리함수에 기초하고 Luenberger 생산성지수는 비례적 거리함수에 근거한다는 점이다. 둘째, 경제적 동기가 다르다. 경제 주체가 수익 또는 비용의 최적화에 초점을 두느냐 아니면 이익의 극대화의 극대화를 추구하느냐에 다르다는 점이다. 마지막으로 지수와 그 지수의 분해에서 비율로 구성되는지 가산적으로 구성되는지에 대해 차이점이 있다.

2. Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수 간의 관계

Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수 간의 관계를 파악하기 위해서 Malmquist 생산성지수의 Debreu-Farrell의 효율성과 Luenberger 거리함수 간의 관계를 먼저 규명하여야 한다. CRS 가정하에서, $\forall (x^t, y^t) \in T(x), \lambda \geq 0$ 이면 $(\lambda x^t, \lambda y^t) \in T(t)$ 이 성립하므로 이는 곧 식 2에 의해 $(\lambda E_t^i(x^t, y^t)x^t, \lambda y^t) \in T(t)$ 와 같고 Debreu-Farrell의 효율성을 나타낸다. 이는 Luenberger의 비례적 거리함수 즉 $((1 - D_t(x^t, y^t))x^t, (1 + D_t(x^t, y^t))y^t)$ 와 같아야 하므로 다음과 같은 관계식을 구축할 수가 있다.

<식 15>

$$(\lambda E_t^i(x^t, y^t)x^t, \lambda y^t) = ((1 - D_t(x^t, y^t))x^t, (1 + D_t(x^t, y^t))y^t)$$

식 15에서 $\lambda E_t^i(x^t, y^t) = (1 - D_t(x^t, y^t))$ 이고 $\lambda = (1 +$

$D_t(x^t, y^t))$ 이므로 Debreu와 Farrell의 효율성과 Luenberger의 비례적 거리함수 간의 관계는 다음의 식 16과 같다.

<식 16>

$$E_t^i(x^t, y^t) = \frac{1 - D_t(x^t, y^t)}{1 + D_t(x^t, y^t)}$$

그리고 Debreu-Farrell의 투입기준 효율성은 산출기준 효율성과 역의 관계에 있으므로 [3] 이 관계를 이용하여 다음과 같은 관계식을 도출할 수 있다.

<식 17>

$$D_t(x^t, y^t) = \frac{1 - E_t^i(x^t, y^t)}{1 + E_t^i(x^t, y^t)} = \frac{D_t^i(x^t, y^t)}{2 - D_t^i(x^t, y^t)}$$

<식 18>

$$D_t(x^t, y^t) = \frac{E_t^o(x^t, y^t) - 1}{E_t^o(x^t, y^t) + 1} = \frac{D_t^o(x^t, y^t)}{2 + D_t^o(x^t, y^t)}$$

따라서 Luenberger의 비례적 거리함수는 투입기준 비례적 거리함수로 표현할 때에는 1보다 크고 산출기준 비례적 거리함수로 표현할 때에는 1보다 작은 성질을 갖는다. 식 16, 식 17, 식 18을 이용하여 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수와의 관계를 유도할 수 있다.

앞에서 식 4와 식 5에서 Malmquist 생산성지수를 정의하고 있다. 식 4의 투입기준 Malmquist 생산성지수에서 Debreu-Farrell의 효율성 $E_{T(t)}(x^t, y^t)$ 대신 식 16을 대입하면 다음과 같은 식 19가 된다.

<식 19>

$$M^i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{E_t^i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_t^i(x^t, y^t)} \frac{E_{t+1}^i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_{t+1}^i(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\left\{ \frac{1 - D_t(x^{t+1}, y^{t+1})}{1 + D_t(x^{t+1}, y^{t+1})} \right\} \left\{ \frac{1 + D_t(x^t, y^t)}{1 - D_t(x^t, y^t)} \right\} \left\{ \frac{1 - D_{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{1 + D_{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right\} \left\{ \frac{1 + D_{t+1}(x^t, y^t)}{1 + D_{t+1}(x^t, y^t)} \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Luenberger의 가법성 지수로 변환시키기 위하여 식 19 양변에 로그를 취하고 로그를 취한 $\log(1 + D_t(x^t, y^t)), \log(1 + D_t(x^t, y^t))$ 를 테일러의 2차 근사식으로 정리한 식 즉 $\log(1 + D_t(x^t, y^t)) \cong D_t(x^t, y^t) - (D_t(x^t, y^t))^2$ 과 $\log(1 - D_t(x^t, y^t))$

$\cong -D_t(x^t, y^t) - (D_t(x^t, y^t))^2$ 를 각각 식 19에 대입하면 다음과 같은 관계식이 도출된다.

<식 20>

$$\log(M^i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})) \cong -2(L(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}))$$

위의 식 20은 투입기준 Malmquist 생산성지수는 Luenberger 생산성지수에 비해 2배의 관계를 보여 주고 있다. 위와 동일한 절차에 의해 산출기준 Malmquist 생산성지수는 Luenberger 생산성지수와 다음과 같은 관계를 갖는다.

<식 21>

$$\log(M^o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})) \cong 2(L(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}))$$

즉 산출기준 Malmquist 생산성지수는 Luenberger 생산성지수의 2배에 근접한다. 따라서 산출기준 Malmquist 생산성지수는 Luenberger 생산성지수의 2배가 됨을 보여주고 있다. 이는 산출기준 Debreu-Farrell의 효율성에 투입요소는 제외하고 산출요소만을 고려하고 있기 때문에 기술효율성을 과대하게 추정하고 이로 인하여 산출기준 Malmquist 생산성지수는 생산성 변화를 과대하게 추정하게 된다. 이와 같은 결과에 기초하여 실증적인 측면에서 서로 다른 생산성지수와 연계하여 측정된 두 생산성지수 간에 얼마큼의 차이가 있는지를 실증적으로 분석한다.

3. 선행연구

Malmquist 생산성지수를 이용한 선행연구로 병원의 생산성 변화를 분석한 다음의 연구들이 있다. You 등[12]은 1992년부터 2001년까지 10년간 30개 지방의료원의 경영실적 자료를 이용하여 효율성과 생산성을 측정, 분석한 결과, 외환위기 직후 기술효율성이 가장 낮았으며 이는 순수기술효율성보다 규모의 효율성에 더 큰 영향을 받은 것으로 나타났으며 10년간 지방의료원의 생산성 변화는 외환위기 직후(1997-1999년)를 제외하고는 평균적으로 진보하였으며 효율성 변화보다는 기술변화에 더 큰 영향을 받은 것으로 분석하였다. Kim 등[13]은 1994년부터 2004년까지 10년간 38개 종합전문요양기관을 대상으로 생산성 변화를 분석한 결과, 1997년 이전까지 기술효율성의 증가로 생산성이 증가하였으나 그 이후 생산성은 기술효율성보다 기술변화(기술퇴보)에 더 큰 영향을 받아 하락하고 있는 것으로 분석하였다. 이는 1997년 이전까지 종합전문병원들이 선도병원을 따라잡기 위한 조직내부의 경영합리화 노력과 경영혁신의 결과로 나타나는 현상인 반면 1998년 이후 경제위기와

2000년 의약분업 등 외부환경의 급격한 변화로 인하여 기술변화의 영향이 더 큰 것으로 분석하고 있다. Shin [14]은 2002년부터 2004년까지 3년 동안 10개의 국립대학병원의 생산성 변화를 분석한 결과, 기술효율성은 크게 낮아져서 생산성 향상에 큰 영향을 미치지 못한 반면 프론티어를 구성하는 선도 대학병원들의 혁신성 증가로 인한 기술변화의 영향으로 국립대학병원의 생산성이 증가한 것으로 분석하고 있다. Oh 등[15]은 1999년부터 2002년까지 5년간 34개 지방의료원을 대상으로 의약분업 전후 효율성과 생산성 변화를 분석하였는데, 의약분업이 시행된 2000년 이전 생산성 변화는 효율성에 큰 영향을 받았으나 그 이후 생산성 변화는 기술변화에 더 크게 의존한 것으로 분석하였다. Kim [16]은 2003년부터 2005년까지 3년간 34개 지방의료원을 대상으로 생산성 변화를 분석한 결과, 3년간 생산성 변화는 퇴보하고 있는데 이는 기술효율성은 증가하였으나, 기술변화의 퇴보 때문인 것으로 분석하였다.

앞에서 언급한 선행연구는 Caves 등[1]과 Fare 등[2]의 기존 Malmquist 생산성지수를 이용하여 의료기관의 생산성 변화를 분석하는 데 초점을 두고 있기 때문에 Malmquist 생산성지수가 가지는 과대 추정문제를 극복하지 못하고 있기 때문에 정확한 생산성 변화를 분석하는 데에는 한계점이 있다.

본 연구는 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수를 이론적으로 비교한 결과 거의 2배 이상 과대하게 측정되는 것으로 나타났다. 실제 Malmquist 생산성지수와 구성성분들이 Luenberger 생산성지수와 그 구성성분들에 비해 과대하게 추정되고 있는지를 검증하고 기존 연구와 달리 우리나라 공공의료기관인 지방의료원의 생산성 변화를 재분석하고자 한다.

결 과

1. 분석자료 및 자료의 처리

본 연구에 사용된 자료는 전국지방의료원연합회에서 발간하고 있는 경영평가통계편람에서 2005년부터 2009년까지 5년간 32개 지방의료원의 운영실적자료¹⁾를 발췌하여 분석자료로 사용하였다. 2005년부터 2009년까지 지방의료원의 생산성변화를 분석하기 위하여 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수를 이용하였으며 실증분석하기 전에 두 지수 간 이론적 관계를 도출하고 실증분석을 통하여 두 지수 간 생산성 변화와 그 성분들의 차이를 분석하였다. Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수는 Shephard의 거리함수의 역수인 Debreu-Farrell의 효율성과 Luenberger의 비례적 거리함수를 이용하여 측정하였다.

1) 공공병원인 지방의료원 자료를 사용한 이유는 지방의료원은 공인회계사 감사를 받기 때문에 자료의 신뢰성과 객관성을 확보할 수 있기 때문이다

2. 변수의 선정 및 기초통계

DEA 기준 Malmquist 생산성지수와 글로벌 Malmquist 생산성 지수를 분석하기 위해서 투입 및 산출변수를 선정하여야 한다. 본

연구는 선행연구를 참고하여 투입변수로 병상규모, 의료인력 수(의사, 간호사), 산출변수로 입원환자 수와 외래환자 수를 선정하였다. 병상 수는 자본의 대리변수로서 병상 수에 따라 산출물인 환자 수

Table 1. Basic statistics of inputs and outputs of general public hospitals (unit: person, piece)

	Year				
	2005	2006	2007	2008	2009
Beds	256 ± 130	252 ± 128	252 ± 129	258 ± 125	257 ± 128
Physician, nurse	102 ± 58	107 ± 61	109 ± 63	117 ± 75	121 ± 74
Inpatient	79,066 ± 44,204	78,514 ± 44,206	75,842 ± 42,466	77,520 ± 40,744	86,719 ± 48,677
Outpatient	114,853 ± 59,504	120,123 ± 61,952	120,880 ± 60,448	125,819 ± 61,333	143,111 ± 64,244

Values are presented as mean ± standard deviation.

Table 2. Productivity index change of general public hospitals

Public hospitals	Year									
	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		Average	
	M_O	L	M_O	L	M_O	L	M_O	L	M_O	L
Gangneung	-0.105	-0.052	0.123	0.060	-0.158	-0.078	0.689	0.185	0.137	0.029
Gangjin	0.110	0.054	0.015	0.008	-0.004	-0.002	0.078	0.039	0.050	0.025
Gongju	0.032	0.016	0.014	0.007	-0.023	-0.012	0.040	0.020	0.015	0.008
Gunsan	0.076	0.038	-0.141	-0.07	-0.011	-0.005	0.113	0.056	0.009	0.005
Gimcheon	0.048	0.024	-0.084	-0.042	0.035	0.017	0.069	0.034	0.017	0.009
Namwon	0.097	0.047	0.026	0.013	-0.032	-0.016	-0.005	-0.003	0.021	0.010
Daegu	-0.045	-0.022	-0.078	-0.039	-0.003	-0.001	0.05	0.025	-0.019	-0.009
Masan	-0.039	-0.019	-0.004	-0.002	0.04	0.02	0.005	0.003	0.000	0.000
Mokpo	-0.005	-0.002	0.072	0.024	-0.162	-0.066	0.139	0.064	0.011	0.005
Busan	0.062	0.031	-0.111	-0.055	-0.015	-0.007	-0.003	-0.001	-0.016	-0.008
Segwipo	0.000	0.000	0.004	0.001	-0.105	-0.05	-0.063	-0.031	-0.041	-0.020
Seoul	0.005	0.003	0.007	0.003	0.015	0.008	0.027	0.013	0.013	0.006
Suwon	0.121	0.058	0.070	0.034	0.014	0.007	0.068	0.034	0.068	0.033
Sokcho	-0.036	-0.011	0.063	0.017	-0.105	-0.042	0.372	0.078	0.073	0.010
Suncheon	-0.008	-0.004	-0.045	-0.014	-0.146	-0.068	0.051	0.025	-0.037	-0.015
Andong	0.028	0.003	-0.036	-0.002	0.001	0.000	-0.086	-0.043	-0.023	-0.011
Anseong	-0.037	-0.018	0.134	0.066	0.041	0.021	0.047	0.023	0.046	0.023
Yeongwol	0.051	0.026	-0.025	0.000	-0.103	-0.028	0.033	0.008	-0.011	0.001
Ulsan	-0.202	-0.100	0.096	0.047	0.043	0.021	0.105	0.052	0.010	0.005
Wonju	-0.400	-0.194	0.059	0.027	0.437	0.210	0.020	0.010	0.029	0.013
Uijeongbu	0.097	0.048	-0.066	-0.033	-0.049	-0.024	0.033	0.016	0.004	0.002
Icheon	0.131	0.025	0.146	0.034	-0.135	-0.019	0.196	0.032	0.085	0.018
Incheon	-0.002	-0.001	-0.031	-0.015	-0.022	-0.011	-0.088	-0.043	-0.036	-0.018
Cheju	0.074	0.037	-0.019	-0.003	-0.021	-0.003	-0.048	-0.012	-0.003	0.004
Jinju	0.028	0.014	-0.106	-0.052	-0.039	-0.019	0.105	0.051	-0.003	-0.002
Cheonan	0.037	0.019	-0.085	-0.042	-0.072	-0.036	0.087	0.043	-0.008	-0.004
Cheongju	-0.006	0.01	-0.089	-0.02	0.008	0.001	-0.083	-0.041	-0.042	-0.013
Chungju	-0.014	-0.007	0.037	0.018	-0.073	-0.036	0.047	0.023	-0.001	0.000
Paju	0.449	0.217	-0.053	-0.026	-0.102	-0.05	0.167	0.082	0.115	0.056
Pocheon	-0.084	-0.042	-0.304	-0.146	0.266	0.127	0.165	0.082	0.011	0.005
Pohang	-0.263	-0.048	-0.067	-0.026	-0.154	-0.077	0.118	0.059	-0.091	-0.023
Hongseong	-0.075	-0.019	0.019	0.007	-0.023	-0.004	0.013	0.000	-0.016	-0.004
Average	0.004	0.004	-0.014	-0.007	-0.02	-0.007	0.077	0.028	0.012	0.004

M_O, Malmquist productivity index; L, Luenberger productivity index.

가 결정되기 때문에 투입변수로 선정하였고[13,17], 의료인력 수는 노동의 대리변수로서 의료서비스를 환자에게 직접 제공하며 이는 산출물인 환자 수와 직접적인 관련을 가지는 인력이므로 투입변수로 선정하였다[13,18-20]. 산출변수로 투입요소에 의해 의료서비스를 제공받는 대상이 환자이므로 입원환자 수와 외래환자 수를 선택하였다.

선정된 변수들의 기초 통계량은 Table 1과 같다. Table 1에서 지방 의료원 평균 병상 수는 크게 변동이 없으나, 의료인력(의사와 간호사)과 환자 수(입원환자 수, 외래환자 수)는 매년 증가하고 있는 추세이다. 의료인력 수는 5년 동안 18.6% 늘어났고, 입원환자 수는 9.7%, 외래환자 수는 24.6% 증가추세를 보이고 있다. 병상 수, 의료

인력 수, 입원환자 수, 외래환자 수의 표준편차는 연도별 크게 차이를 보이지 않아 변동의 폭이 크지 않고 안정적인 것으로 나타나고 있다.

3. Malmquist 지수와 Luenberger 지수의 실증적 비교

1) 생산성지수 비교

본 연구는 앞에서 기술하였듯이 Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수를 비교하기 위하여 Shephard의 산출기준 거리함수에 기초한 Debreu-Farrell의 효율성(eff1)과 Luenberger 거리함수에 기초한 효율성(eff2)을 측정하여 생산성 변화, 기술효율성 변화, 기술변화를 산출하였다. 그리고 두 지수를 비교하기 위하여

Table 3. Technical efficiency change of general public hospitals

Public hospitals	Year									
	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		Average	
	TEC _M	TEC _L	TEC _M	TEC _L	TEC _M	TEC _L	TEC _M	TEC _L	TEC _M	TEC _L
Gangneung	-0.121	-0.06	0.094	0.047	-0.133	-0.065	0.332	0.165	0.043	0.022
Gangjin	0.121	0.060	-0.004	-0.002	0.028	0.014	0.020	0.010	0.041	0.020
Gongju	0.036	0.018	0.075	0.037	-0.018	-0.009	0.008	0.004	0.025	0.012
Gunsan	0.035	0.017	-0.170	-0.084	0.016	0.008	-0.079	-0.039	-0.050	-0.024
Gimcheon	0.059	0.029	-0.178	-0.089	0.113	0.056	-0.048	-0.024	-0.014	-0.007
Namwon	0.111	0.054	0.079	0.039	-0.033	-0.016	-0.039	-0.019	0.030	0.014
Daegu	-0.054	-0.027	-0.036	-0.018	0.005	0.003	-0.016	-0.008	-0.025	-0.013
Masan	-0.054	-0.027	-0.014	-0.007	0.046	0.023	-0.053	-0.026	-0.019	-0.009
Mokpo	-0.037	-0.019	0.057	0.028	-0.118	-0.059	0.118	0.059	0.005	0.002
Busan	0.069	0.034	-0.059	-0.029	-0.013	-0.007	-0.044	-0.021	-0.012	-0.006
Segwipo	-0.003	-0.001	-0.057	-0.028	-0.020	-0.010	-0.294	-0.145	-0.093	-0.046
Seoul	-0.030	-0.015	-0.028	-0.014	0.052	0.026	-0.463	-0.222	-0.117	-0.056
Suwon	0.135	0.065	0.056	0.028	0.040	0.020	0.027	0.013	0.065	0.031
Sokcho	-0.017	-0.008	-0.057	-0.028	0.025	0.012	0.049	0.024	0.000	0.000
Suncheon	0.125	0.062	0.012	0.006	-0.133	-0.066	0.016	0.008	0.005	0.002
Andong	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.116	-0.058	-0.029	-0.014
Anseong	-0.057	-0.028	0.109	0.054	0.079	0.040	-0.051	-0.025	0.020	0.010
Yeongwol	0.110	0.055	0.022	0.011	-0.013	-0.007	0.013	0.007	0.033	0.016
Ulsan	-0.234	-0.116	-0.009	-0.004	0.109	0.054	-0.028	-0.014	-0.040	-0.020
Wonju	-0.431	-0.209	-0.082	-0.038	0.482	0.231	-0.009	-0.004	-0.010	-0.005
Uijeongbu	0.068	0.034	-0.044	-0.022	-0.029	-0.014	-0.032	-0.016	-0.009	-0.005
Icheon	0.031	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.004
Incheon	-0.041	-0.020	-0.007	-0.003	-0.008	-0.004	-0.141	-0.069	-0.049	-0.024
Cheju	0.203	0.101	0.045	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062	0.031
Jinju	0.053	0.026	-0.094	-0.047	-0.006	-0.003	-0.053	-0.026	-0.025	-0.012
Cheonan	0.085	0.043	-0.059	-0.030	-0.047	-0.023	0.040	0.020	0.005	0.002
Cheongju	0.123	0.061	-0.004	-0.002	0.004	0.002	-0.097	-0.048	0.007	0.003
Chungju	0.001	0.000	0.090	0.045	-0.070	-0.035	-0.062	-0.031	-0.010	-0.005
Paju	0.447	0.216	-0.135	-0.067	0.007	0.004	-0.092	-0.045	0.057	0.027
Pocheon	-0.077	-0.038	-0.426	-0.203	0.371	0.176	-0.023	-0.011	-0.039	-0.019
Pohang	0.000	0.000	-0.044	-0.022	-0.122	-0.061	0.106	0.053	-0.015	-0.008
Hongseong	-0.021	-0.011	0.021	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Average	0.020	0.010	-0.026	-0.013	0.019	0.009	-0.032	-0.015	-0.005	-0.002

Malmquist 생산성지수와 그 성분 값에 로그를 취하였다.

Malmquist 생산성지수(M_O)와 Luenberger 생산성지수(L)를 측정할 결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 Malmquist 생산성지수는 연평균 1.2% 증가하고 있는 반면에 Luenberger 생산성지수는 0.4% 증가에 머물고 있다. 이는 32개 의료원의 4년 동안 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수의 약 2.6배 높게 측정되고 있다. 의료원별 Malmquist 생산성지수 대비 Luenberger 생산성지수의 비율을 살펴보면 Figure 1과 같이 강릉의료원(4.8), 수원병원(7), 영월의료원(-8.5), 이천병원(4.7), 제주의료원(-0.8), 청주의료원(3.3), 충주의료원(1.3), 포항의료원(4.0), 홍성의료원(4.3) 등 9개 의료원을 제외하고 대부분 2 수준으로 나타나고 있다. 강릉의료원의 경우 2008-2009년 Malmquist 생산성지수가 과대하게 추정되었으며, 수원병원의 경우 2008-2009년을 제외하고 Malmquist 생산성지수가 과대하게 추정되었고, 영월의료원의 경우 2006-2007년 Luenberger 지수가 거의 0의 값으로 이를 비율로 환산한 결과 높은 마이너스(-) 값을 보이고 있다. 그 외 이천병원, 청주의료원, 포항의료원, 홍성의료원의 경우 Malmquist 지수가 Luenberger 지수에 비해 과대하게 추정된 결과를 보여주고 있다. 이는 투입요소와 산출요소가 정상적 변화를 벗어나는 경우에 민감하게 영향을 미치는 비율(거리함수)로 측정되기 때문인 것으로 해석된다.

전체적으로 모든 의료원들의 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 상대적으로 높게 측정되고 있다. 특히 4년 동안 Malmquist 생산성지수 대비 Luenberger 생산성지수 비율이 2.0-2.1을 보인 의료원이 98개로 전체의 76.7%를 차지하고 있고 2.0-2.9를 보인 의료원이 105개 의료원으로 전체의 82.0%를 보여서 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 2-3배 높게 측정되고 있다. 이와 같이 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 높게 측정된 것은 앞에서 기술하였듯이 산출기준 Debreu-Farrell의 효율성에 투입요소를 제외하고 산출요소만을 고려하고 있기 때문에 기술효율성을 과대하게 추정하고 이로 인하여 산출기준 Malmquist 생산성지수는 생산성 변화를 과대하게 추

정하는 결과를 초래하고 있다.

Luenberger의 비례적 거리함수를 이용한 지방의료원의 생산성 변화는 2005년부터 2006년까지 0.4%의 증가하였으나, 2006년 이후 2008년까지 생산성이 매년 0.7% 하락하다가, 2008-2009년 생산성이 2.8% 회복세를 보여 연평균 생산성이 0.4% 수준에 머무는 것으로 분석되고 있다.

2) 기술효율성 변화 지수비교

Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수를 분해하면 기술효율성 변화와 기술변화로 분해할 수 있다. 각 생산성 지수의 구성요소인 기술효율성 변화는 Table 3과 같다. Table 3에서 Malmquist 생산성지수의 구성요소인 기술효율성 변화(TEC_M)와 Luenberger 생산성지수의 구성요소인 기술효율성 변화(TEC_L)를 보면 연평균 0.5%, 0.2% 감소하고 있다. Malmquist 생산성 변화요인인 기술효율성 변화가 Luenberger의 기술효율성 변화에 비해 2.5배 더 큰 값을 보이고 있다.

의료원별 기술효율성 변화에 대한 연평균 비율은 Figure 2에서 Shephard의 거리함수에 기초한 기술효율성 변화가 Luenberger의 비례적 거리함수에 의한 기술효율성에 비해 2배에서 2.1배 더 큰 것으로 나타나고 있다. 5년간 의료원별 비율의 분포를 보면, Shephard의 거리함수에 기초한 기술효율성 대비 Luenberger의 비례적 거리함수에 의한 기술효율성 비율이 2-2.01배 사이에 있는 의료원이 전체 129개 의료원 중 125개 의료원이며 나머지 4개 의료원은 그 비율이 2.2-2.5배 사이에 존재하여 Malmquist 기술효율성 변화가 Luenberger의 기술효율성 변화에 비해 2배 이상 수준으로 측정되고 있다.

따라서 Malmquist 지수의 성분인 기술효율성 변화가 Luenberger 지수의 기술효율성 변화에 비해 2배 이상 과대하게 추정되고 있으므로 실제 생산성 변화를 분석하는 데에는 Malmquist 생산성지수 대신 Luenberger 생산성지수를 사용하여 생산성 변화를 측정하는 것이 바람직하다.

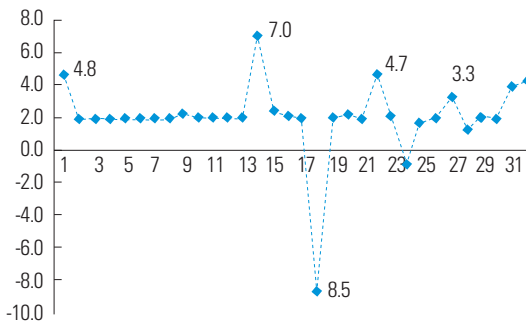


Figure 1. Malmquist and Luenberger productivity index ratio of general public hospitals.

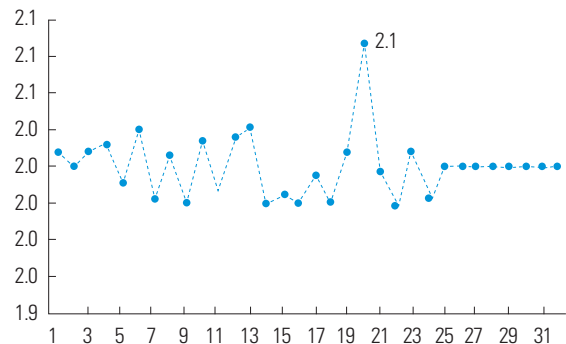


Figure 2. Technical efficiency change ratio of general public hospitals.

한편 Luenberger 지수를 이용한 지방의료원의 생산성 변화는 2005년부터 2006년까지 0.4%의 증가하였으나, 2006년 이후 2008년까지 생산성이 매년 0.7% 하락하다가, 2008-2009년 생산성이 2.8% 회복세를 보여 연평균 생산성이 0.4% 수준에 머무는 것으로 분석되고 있다. 앞에서 Luenberger 생산성지수가 0.4% 증가한 데 반해 기술효율성은 오히려 퇴보하는 것으로 나타났다.

3) 기술변화 지수비교

Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수의 구성요소인 기술변화를 보면 Table 4에서 연평균 Malmquist 생산성지수의 기술변화는 1.6%, Luenberger 생산성지수의 기술변화는 0.7%로

Malmquist 생산성지수의 기술변화가 2.28배 높게 측정되고 있다. 의료원별 연평균 두 기술변화의 비율은 Figure 3을 보면, 안동의료원(7.7), 이천병원(7.0), 영월의료원(5.8), 수원병원(4.4), 순천의료원(4.1), 포항의료원(3.9), 홍성의료원(3.9), 제주의료원(3.6), 청주의료원(1.1)을 제외하고 그 크기가 2배 수준으로 나타나고 있다. 연평균 기술효율성 변화비율이 2에 가깝게 변동 폭이 안정적인 반면에 기술변화 비율의 변동은 1에서 7까지 불안정한 분포를 보이고 있다. 연도별 의료원별 Shephard의 거리함수에 의한 기술변화와 Luenberger의 비례적 거리함수에 의한 기술변화에 대한 비율의 분포를 보면, 기술변화 비율이 1.9 이하인 의료원 4개, 2.0-2.1 사이에 있는 의료원 95개, 2.2-2.5 사이에 있는 의료원 4개 의료원, 2.6-2.9 사이

Table 4. Technical change of general public hospitals

Public hospitals	Year									
	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		Average	
	TC_M	TC_L	TC_M	TC_L	TC_M	TC_L	TC_M	TC_L	TC_M	TC_L
Gangneung	0.016	0.008	0.028	0.014	-0.026	-0.013	0.357	0.020	0.094	0.007
Gangjin	-0.011	-0.005	0.019	0.009	-0.032	-0.016	0.058	0.029	0.009	0.004
Gongju	-0.005	-0.002	-0.061	-0.030	-0.006	-0.003	0.032	0.016	-0.010	-0.005
Gunsan	0.041	0.021	0.029	0.014	-0.027	-0.013	0.192	0.094	0.059	0.029
Gimcheon	-0.011	-0.005	0.095	0.047	-0.078	-0.039	0.118	0.058	0.031	0.015
Namwon	-0.014	-0.007	-0.053	-0.026	0.001	0.001	0.034	0.017	-0.008	-0.004
Daegu	0.008	0.005	-0.042	-0.021	-0.008	-0.004	0.066	0.033	0.006	0.003
Masan	0.015	0.007	0.009	0.005	-0.006	-0.003	0.059	0.029	0.019	0.009
Mokpo	0.033	0.016	0.016	-0.004	-0.044	-0.007	0.021	0.005	0.006	0.002
Busan	-0.007	-0.003	-0.052	-0.025	-0.001	-0.001	0.041	0.02	-0.005	-0.002
Segwipo	0.003	0.001	0.061	0.029	-0.085	-0.04	0.232	0.114	0.053	0.026
Seoul	0.035	0.017	0.034	0.017	-0.037	-0.018	0.49	0.234	0.131	0.063
Suwon	-0.014	-0.007	0.014	0.007	-0.026	-0.013	0.041	0.020	0.004	0.002
Sokcho	-0.019	-0.003	0.120	0.045	-0.130	-0.055	0.323	0.054	0.073	0.010
Suncheon	-0.133	-0.066	-0.058	-0.020	-0.013	-0.001	0.035	0.017	-0.042	-0.018
Andong	0.028	0.003	-0.036	-0.002	0.001	0.000	0.03	0.015	0.006	0.004
Anseong	0.020	0.010	0.025	0.012	-0.038	-0.019	0.098	0.049	0.026	0.013
Yeongwol	-0.058	-0.029	-0.047	-0.011	-0.09	-0.022	0.020	0.002	-0.044	-0.015
Ulsan	0.032	0.016	0.104	0.051	-0.066	-0.032	0.133	0.066	0.051	0.025
Wonju	0.031	0.015	0.141	0.065	-0.046	-0.021	0.029	0.014	0.039	0.018
Uijeongbu	0.029	0.015	-0.022	-0.011	-0.020	-0.010	0.065	0.032	0.013	0.006
Icheon	0.100	0.010	0.146	0.034	-0.135	-0.019	0.196	0.032	0.077	0.014
Incheon	0.039	0.019	-0.025	-0.012	-0.014	-0.007	0.053	0.026	0.013	0.007
Cheju	-0.129	-0.064	-0.063	-0.026	-0.021	-0.003	-0.048	-0.012	-0.065	-0.026
Jinju	-0.025	-0.012	-0.011	-0.006	-0.033	-0.016	0.158	0.077	0.022	0.011
Cheonan	-0.048	-0.024	-0.025	-0.013	-0.025	-0.012	0.046	0.023	-0.013	-0.006
Cheongju	-0.129	-0.052	-0.085	-0.018	0.005	-0.001	0.014	0.007	-0.049	-0.016
Chungju	-0.015	-0.008	-0.053	-0.026	-0.003	-0.001	0.109	0.054	0.010	0.005
Paju	0.002	0.001	0.082	0.041	-0.110	-0.054	0.259	0.127	0.058	0.029
Pocheon	-0.008	-0.004	0.121	0.057	-0.105	-0.049	0.188	0.093	0.049	0.024
Pohang	-0.263	-0.048	-0.023	-0.004	-0.032	-0.016	0.013	0.006	-0.076	-0.015
Hongseong	-0.053	-0.008	-0.003	-0.003	-0.023	-0.004	0.013	0.000	-0.016	-0.004
Average	-0.016	-0.006	0.012	0.006	-0.040	-0.016	0.108	0.043	0.016	0.007

의 의료원은 3개 의료원, 4 이상인 의료원은 22개로 나타나서 전체의 74%가 2를 중심으로 분포되고 있으나 2를 벗어난 의료원도 상당수가 존재하고 있었다. 이는 Shephard의 거리함수로서 비율로 생산성 변화와 기술변화를 측정하는 과정에서 두 시점 간 프론티어 구성의 불안정성의 결과에서 비롯된 것으로 해석된다.

한편 Luenberger의 비례적 거리함수에 기초한 지방의료원의 기술변화 추이를 보면 2005-2006년 -0.6%, 2006-2007년 0.6%, 2007-2008년 -1.6%, 2008-2006년까지 0.4%의 증가하였으나, 2006년 이후 2008년까지 생산성이 매년 0.7% 하락하다가, 2008-2009년 4.3%로 연평균 0.7% 기술진보를 보였다. 생산성이 0.4% 증가한 데에는 기술효율성이 감소하였음에도 불구하고 이 기술진보에 의한 영향이 큰 것으로 분석되었다.

고 찰

본 연구는 전국지방의료원연합회에서 발간하고 있는 경영평가 통계편람에서 2005년부터 2009년까지 지방의료원을 대상으로 Shephard의 거리함수에 기초한 Malmquist의 생산성지수와 비례적 거리함수에 기초한 Luenberger 생산성지수를 비교하였다.

본 연구의 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, Shephard의 거리함수에 기초한 Malmquist 생산성지수와 비례적 거리함수에 기초한 Luenberger 생산성지수의 이론적 관계에서 Malmquist 생산성지수가 대략적으로 Luenberger 생산성지수의 약 2배 차이가 있음을 도출하였다. Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 2배의 차이가 나는 것은 Malmquist 생산성지수를 산출하는 과정에서 투입요소나 산출요소 중 어느 한 부분을 고정시키고 산출하는 데 있다. 다시 말해서 산출기준 Debreu-Farrell의 효율성에 투입요소는 제외하고 산출요소만을 고려하고 있기 때문에 기술효율성을 과대하게 추정하고 이로 인하여 산출기준 Malmquist 생산성지수는 생산성 변화를 과대하게 추정하게 된다. 마찬가지로 투입기준 Debreu-Farrell의 효율성에 산출요소는 제외하고 투입요소만을 고려하게 되면 산출요소를 증가시킴

으로써 비효율성을 제거할 수 있는 부분을 고려하지 못하기 때문에 그만큼 효율성이 과대하게 추정되고 이로 인하여 투입기준 Malmquist 생산성지수는 생산성 변화를 과대하게 추정하게 된다.

기존 국내의 선행연구들은 투입 또는 산출기준 Malmquist 생산성지수를 이용함에 따라 생산성 변화, 기술효율성 변화, 기술변화에 대한 측정치가 과대하게 추정되고 있다. 따라서 우리나라 공공병원의 생산성 변화를 실제보다 과대하게 추정함에 따라 생산성 변화에 대한 정확하게 진단하는 데 한계점이 있는 것으로 보인다.

둘째, 우리나라 공공병원의 생산성 변화를 보면 Malmquist 생산성지수는 연평균 1.2% 증가하고 있는 반면에 Luenberger 생산성지수는 0.4% 증가에 머물고 있으며 32개 의료원의 4년 동안 Malmquist 생산성지수가 Luenberger의 생산성지수의 약 2.6배 높게 측정되고 있다.

셋째, Malmquist 생산성지수의 구성요소인 기술효율성 변화와 Luenberger 생산성지수의 구성요소인 기술효율성 변화를 보면 연평균 0.5%, 0.2% 감소하고 있다. Malmquist 생산성 변화요인인 기술효율성 변화가 Luenberger의 기술효율성 변화에 비해 2.5배 더 큰 값을 보이고 있다.

넷째, Malmquist 생산성지수와 Luenberger 생산성지수의 구성요소인 기술변화를 보면 연평균 Malmquist 생산성지수의 기술변화는 1.6%, Luenberger 생산성지수의 기술변화는 0.7%로 Malmquist 생산성지수의 기술변화가 2.28배 높게 측정되고 있다.

따라서 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수의 약 2배인 이론적 관계를 실증적으로 분석한 결과, 실제 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 약 2.6배, 기술효율성 변화가 2.5배, 기술변화가 2.28배로 전반적으로 2배 이상 과대하게 추정되고 있다. 이와 같은 결과를 초래하는 이유는 산출기준 Debreu-Farrell의 효율성에 투입요소는 제외하고 산출요소만을 고려하고 있기 때문에 기술효율성을 과대하게 추정하게 되고 이로 인하여 산출기준 Malmquist 생산성지수가 Luenberger 생산성지수에 비해 과대하게 추정하게 된다. 이와 같이 Malmquist 생산성지수를 측정할 때, 투입기준 또는 산출기준으로 비율로 효율성을 측정하는 데 반해 Luenberger는 투입산출을 모두 포함하여 합산으로 효율성을 측정하는 데에서 두 생산성지수의 차이가 발생한다. 실제 병원에서는 투입요소를 감축시키고 산출요소를 증가시킴으로써 효율성을 증대시키고자 하는 점을 감안할 때, 특정 투입요소 또는 산출요소를 일정하게 두고 Malmquist 생산성지수를 도출하는 것은 현실성을 반영한 생산성지수라고 보기가 어렵다. 따라서 투입과 산출을 동시에 고려한 Luenberger 생산성지수를 사용하는 것이 합리적이라고 판단된다.

따라서 본 연구는 전통적 Malmquist 지수가 가지는 문제점 즉 Shephard [8,9]의 거리함수로서 비율이 가지는 문제점을 지적하고자 하는 데 초점을 두고 있다. 실증자료는 공공병원인 지방의료원

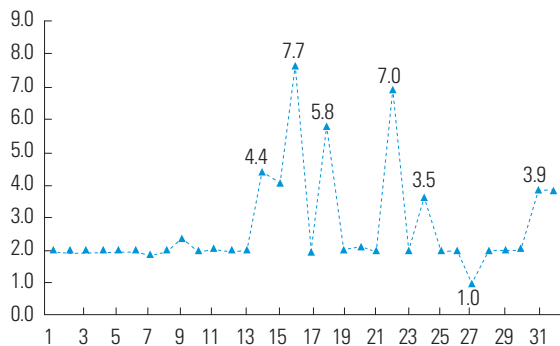


Figure 3. Technical change ratio of general public hospitals.

을 대상으로 분석하였으나 전 산업에 공통적으로 적용되는 문제점이다. 기존 선행연구에서 전통적 Malmquist 지수를 사용함에 따른 과대 추정 문제점을 간과하고 있음을 환기시키고 Malmquist 지수 대신 방향성 Luenberger 의 지수를 사용함으로써 생산성 변화에 대한 과대 추정의 문제점을 해결할 수 있다는 데 본 연구의 의미를 두고자 한다.

본 연구는 분석기간이 짧고, 자료의 신뢰성과 객관성을 담보할 수 있는 공공의료기관만을 대상으로 분석하였으며 향후 민간의료기관을 포함한 전 의료기관을 대상으로 분석대상과 기간을 확장하여 우리나라 의료산업의 생산성 변화에 Luenberger 생산성지수를 사용하여 분석하는 후속연구가 진행되기를 기대한다.

REFERENCES

1. Caves DW, Christensen LR, Diewert WE. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica* 1982;50(6):1393-1414. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1913388>
2. Fare R, Grosskopf S, Norris M, Zhang Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *Am Econ Rev* 1994;84(1):66-83.
3. Fare R, Grosskopf S, Lovell CK. The measurement of efficiency of production. Denter: Kluwer; 1985.
4. Luenberger DG. Benefit functions and duality. *J Math Econ* 1992;21(5):461-481. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4068\(92\)90035-6](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4068(92)90035-6)
5. Luenberger DG. New optimality principles for economic efficiency and equilibrium. *J Optim Theory Appl* 1992;75(2):221-264. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00941466>
6. Chambers RG, Chung Y, Fare R. (1996). Benefit and distance functions. *J Econ Theory* 1996;70(2):407-419. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jeth.1996.0096>
7. Chambers RG, Fare R, Grosskopf S. (1996). Productivity growth in APEC countries. *Pac Econ Rev* 1996;1(3):181-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0106.1996.tb00184.x>
8. Shephard RW. Cost and production functions. Princeton (NJ): Princeton University Press; 1953.
9. Shephard RW. Theory of cost and production Functions. Princeton (NJ): Princeton University Press; 1970.
10. Debreu G. The coefficient of resource utilization. *Econometrica* 1951;19(3):273-292. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1906814>
11. Farrell MJ. The measuring of productivity efficiency. *J Royal Stat Soc* 1957;20:253-281.
12. You TW, Yim JE, Zi HM. Measuring efficiency and productivity of the Korean public hospitals. *J Korean Oper Res Manag Sci Soc* 2004;29(3):79-98.
13. Kim YH, Cho WH, An DH, Park SW, Chung WJ. Medical care environment and the productivity change in Korean tertiary hospitals. *Korean J Hosp Manag* 2005;10(4):51-57.
14. Shin CG. An analysis on the efficiency and productivity changes of the national university. *Hosp Repub Korea* 2006;22(4):49-78.
15. Oh DW, Lee JH, Min IS. Analysis on efficiency and productivity of Korean regional public hospital between before and after the separation of dispensary from medical practice: using parametric and non-parametric statistical approaches. *Korean J Health Econ Policy* 2007;13(1):173-198.
16. Kim YT. Exploration on changes in productivity index of local public medical centers by management system. *J Ind Econ Bus* 2010;23(3):1159-1184.
17. Ahn TS, Park JS. Productivity evaluation and comparison of Korean provincial hospitals. *Korean J Hosp Manag* 1997;2(1):22-47.
18. Park CJ. Measuring production efficiency using data envelopment analysis: the case of public corporation medical centers. *Health Policy Manag* 1996;6(2):91-114.
19. Yoon KJ. Using DEA to measure the efficiency of local health centers. *Korea Assoc Policy Stud* 1996;5(1):80-109.
20. Yang DH, Chang YJ. Efficiency and productivity change in the Korean banking industry during 2004-2013: a sequential Malmquist-Luenberger productivity index. *Korean Manag Rev* 2015;44(1):55-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.17287/kmr.2015.44.1.55>