

## 협업생산의 상대생산성 측정에 관한 연구: 의료 서비스 산업을 중심으로\*

권 명 중\*\* · 윤 미 경\*\*\* · 조 상 혁\*\*\*\*

### 논문 초록

본 연구에서는 현대기업의 대표적 생산양식인 협업생산의 특성을 반영하여 생산성을 측정하는 문제를 탐구하였다. 협업생산의 생산성측정을 위해 협업생산함수를 구축하고, 이러한 생산성측정에서 발생하는 문제들을 해결하기 위한 방법으로 상대생산성 측정방법을 고안하였으며, 2008년-2014년 기간에 해당하는 100병상 이상의 86개 병원에 대한 불균형패널 데이터를 대상으로 실증분석을 수행하였다. 협업생산함수의 회귀분석 결과는 다음과 같다: ① 협업생산함수는 일반생산함수에 비해 직무노동 계수에서 의미 있는 차이를 보인다. ② 협업생산함수 존재의 필요조건인 준가법성이 존재한다. 즉, 협업에 의한 시너지효과가 발생함이 확인된다. ③ 수요제약, 기술수준, 병원 간 이질성이 생산성에 영향을 미친다. 상대생산성 측정 및 분석 결과는 다음과 같다: ① 개별병원의 개별 및 협업생산에 참여하는 직무노동간 생산성비교가 가능하다. ② 간호-보건 협업생산에서 오링효과가 낮고, 의료-간호 협업생산에서 오링효과가 높다. ③ 의료-사무와 간호-보건을 제외한 직무 간 협업생산에서 시너지효과가 비슷하게 나타난다. ④ 협업생산에 참여하는 개별노동 사이의 생산성차이가 클수록 시너지효과가 클 가능성이 높다. 이러한 결과는 보다 정확한 생산성 측정을 위해서는 협업생산 특성이 반영된 개별생산성 측정이 필요함을 보여줄 뿐 아니라 생산성 분석의 활용범위가 오링효과, 시너지효과, 도덕적 해이 분석 등으로 확대될 수 있음을 확인해준다. 본 연구를 통해 집단 생산성측정과 구별되는 개별 생산성 측정연구와 협업생산 관련 연구의 토대가 마련된 것으로 평가된다.

**핵심 주제어:** 협업생산함수, 상대 (노동)생산성, 의료 서비스 산업

**경제학문헌목록 주제분류:** D22, D23, D82, L8

투고 일자: 2017. 8. 28. 심사 및 수정 일자: 2018. 3. 23. 게재 확정 일자: 2018. 10. 15.

\* 논문작성 과정에서 유익한 논평을 해주신 익명의 심사자분들께 감사드립니다.

\*\* 제1저자, 연세대학교 정경대학 경제학과 교수, e-mail: consign@yonsei.ac.kr

\*\*\* 교신저자, 가톨릭대학교 국제학부 교수, e-mail: mkyun@catholic.ac.kr

\*\*\*\* 공동저자, 연세대학교 정경대학 경제학과 박사과정, e-mail: sanghcho@yonsei.ac.kr

## I. 서 론

협업생산(team production)은 산업혁명 이래로 수 세기 동안 이어져온 대표적 생산방식이다. 현대기업의 출현을 가능하게 했던 협업생산이 이렇게 오랜 기간 동안 대표적 생산방식으로 지속될 수 있었던 것은 협업을 통해 일어나는 시너지효과(synergy effect)로 인해 그 어떤 다른 생산방식보다 협업생산의 생산성이 더 높기 때문이다. 그런데 이러한 협업생산의 특성을 정확히 반영하여 생산성을 측정해내는 방법에 대한 연구는 찾아보기 어렵다. 기존에 생산성 측정을 위해 흔히 사용되는 Cobb-Douglas생산함수, CES생산함수, 초월대수(translog) 생산함수와 같은 일반 생산함수는 시너지 효과와 같은 협업의 효과를 명시적으로 반영하고 있지 않다. 이로 인해 실제 생산성 측정에 있어서도 개별 생산요소의 협업에 대한 기여도를 명확히 포착할 수 있는 측정방식을 고안하기 어려웠다. 그 동안 자료포락분석(data envelopment analysis: DEA), 지수접근방법(index number approach), 모수적 추정 방법(parametric estimation), 확률프론티어 분석(stochastic frontier analysis: SFA) 등 다양한 방법이 시도되었지만, 이러한 측정방식 역시 협업생산의 특성을 반영하고 있지는 않다.<sup>1)</sup> 저자들이 인지하는 한, 기존의 협업생산 생산성 측정에 대한 연구는 기업 내 협업생산에 대한 분석이 아니라 기업간 협업이 개별기업의 생산성에 미치는 영향을 측정한 것으로, 한 기업 내 협업생산의 생산성 분석 및 측정과는 차이가 있다.

생산현장에서 실제로 사용되는 생산양식과 생산성을 측정하는 생산함수 및 측정 방식 사이에 이러한 괴리가 존재한다는 것은 기존의 생산성 측정에서 생산요소의 생산에 대한 기여가 과다 또는 과소 측정되는 오류가 있을 가능성을 암시한다. 개별 생산요소에 대해 합당한 보상을 부여하고 협업에서 발생할 수 있는 부작용인 도덕적 해이를 견제하기 위해서는 보다 정확한 생산성 측정이 필요하고, 이는 협업생산의 특성을 포착할 수 있는 생산성 함수와 이를 정확히 측정해 낼 수 있는 측정방식을 필요로 한다. 본 연구는 이런 문제의식에 기초하여 생산현장의 대표적인 생산양식인 협업생산의 특성을 반영하는 협업생산함수를 구축하고, 이 함수를 이용한 협업생산의 생산성 분석방법을 고안하는 것을 목적으로 한다. 또한, 실증분석을 위

1) 이러한 생산성 측정 방식에 대한 비교분석은 Biesebroeck (2003)을 참고하라.

해 협업생산의 특성이 현저한 병원서비스의 협업생산성을 측정한다.

이를 위해 Diewart (1971)의 일반 Leontief 생산함수를 변형한 생산성함수를 활용하여 총생산량을 개별생산과 협업생산으로 나누어 일반생산성함수에서는 나타나지 않는 직무간 협업생산량을 계량하고 협업생산량에 영향을 미칠 것으로 예상되는 시너지효과와 오링(O-ring) 효과의 존재여부를 실증한다. 또한, 산출물의 성격이 각기 다른 세부 직무노동의 생산성을 제대로 측정하기 위해 상대생산성 측정방식을 도입한다. 회귀분석에만 의존하는 기존의 생산성측정 방식이 시스템적 오류로 생산성지표의 신뢰성을 떨어뜨리는 것과는 달리, 상대생산성 방식은 측정오류를 완화하고 개별기업의 직무별 평균생산성을 다른 기업의 직무별 평균생산성과 비교하여 생산성을 상대적으로 가늠할 수 있도록 한다. 나아가 본 연구에서 고안한 상대생산성은 동질기업집단 내 순위로 측정되기 때문에 개별기업의 직무노동간 생산성을 비교할 수 있도록 해줄 뿐 아니라 동질기업집단 내에서 직무별로 개별기업의 생산성 위치를 가늠할 수 있게 해준다. 이에 더해, 상대생산성에 의해 측정된 개별생산과 협업생산의 순위를 비교함으로써 협업생산의 특성인 오링효과와 시너지효과 존재 여부 또한 판별할 수 있다. 본 연구는 이와 같은 점에서 기존연구와 차별성을 가지며 협업생산 연구 심화에 기여한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 다음 장에서 협업생산과 협업생산성 측정에 관한 문헌을 고찰하고 이를 기초로 협업생산함수를 도출한다. 제Ⅲ장에서는 도출된 협업생산함수를 활용하여 상대생산성 측정방법을 고안한다. 제Ⅳ장에서 협업생산의 상대생산성 측정 방식을 활용하여 병원서비스 상대생산성을 측정함으로써 상대생산성 측정 방식의 유용성을 실증한다. 제Ⅴ장에서 논문의 결과를 요약하고 결론을 맺는다.

## Ⅱ. 협업생산성 함수

### 1. 협업생산성 함수의 특성: 문헌검토

협업생산을 처음 체계적으로 분석한 것은 Alchian, and Demsetz (1972) 다. 이들이 설명한대로 협업생산의 가장 큰 특징은 준가법성(sub-additivity)이다. 아래 식 (1)에서  $Z(x_a, x_b)$ 는  $a$ 와  $b$ 가 함께 협력해서  $x_a$ 와  $x_b$ 만큼의 노동량을 투입해서 만

들어내는 총산출량을 나타내는 협업생산함수다.  $Z(x_a)$ 와  $Z(x_b)$ 는  $a$ 와  $b$ 가 독립적으로  $x_a$ 와  $x_b$  만큼의 노동량을 투입해서 생산했을 때의 개별생산함수다.

$$Z(x_a, x_b) = Z(x_a) + Z(x_b) \quad (1)$$

만약 식 (1)에서와 같이  $Z(x_a, x_b)$ 가  $Z(x_a)$ 와  $Z(x_b)$ 의 합과 같다면  $a$ 와  $b$ 의 개별생산의 합이 협업생산과 같다는 것을 의미한다. 그렇다면 굳이  $a$ 와  $b$ 가 한 조를 이루어 협력 할 필요가 없다. 따라서 협업생산이 이루어졌다면, 생산함수가 아래와 같은 특성을 가져야 한다.

$$Z^T(x_a, x_b) > Z(x_a, x_b), \quad \frac{\partial^2 Z^T(x_a, x_b)}{\partial x_a \cdot \partial x_b} > 0 \quad (2)$$

식 (2)의  $Z^T$ 는 비-분리함수로서  $a$ 와  $b$ 가 각각 개인별로 생산했을 때보다 협력했을 때 더 많은 양을 생산할 수 있음을 나타낸다. 이렇게 협업생산의 생산량이 개별생산의 합보다 많은 이유는  $\frac{\partial^2 Z^T(x_a, x_b)}{\partial x_a \cdot \partial x_b} > 0$ 으로 설명되는데, 이것은  $a$ 가  $b$ 와 같이 일을 함으로써 서로의 한계생산성을 높이기 때문이다. 즉, 협업을 통한 시너지효과가 발생하기 때문이다.  $a$ 와  $b$ 의 협력은  $a$ 와  $b$ 의 융합을 촉진하는 촉매작용으로  $a$ 와  $b$ 의 추가적인 에너지를 끌어내서 생산증가를 견인하는 역할을 한다. 이와 같이, 비분리 협업생산함수가 협업과정에서 시너지효과를 가진다면 준가법성의 성질을 나타내서 동일한 과업을 더 적은 비용으로 생산할 수 있게 한다. 협업생산에서 시너지효과로부터 발생하는 생산량 증가의 원천을 좀 더 구체적으로 살펴보면, 이는 협력자들 사이의 보완성(complementarities)으로부터 나오기도 하고, 노동의 질적인 차이가 있을 때 암묵적 지식이전과 같은 파급성(spillover) 때문에 나타나기도 한다(Lucas, 1988).

시너지효과가 협업생산의 생산성을 높여주는 가장 큰 특징임에도 불구하고, 협업이 반드시 시너지효과만을 만들어내는 것은 아니다. 협업과정에서는 Kremer (1993)가 지적한 바와 같이 협업 참여자간 생산속도(능력)차이에 의한 병목현상, 이른바 오링효과(O-ring effect)가 발생할 수 있다. 또한, Alchian, and Demsetz

(1972)가 분석한 바와 같이 불완전정보 하에서 협업참여자들이 서로 다른 구성원의 노력에 무임승차하는 도덕적 해이가 일어나 생산성을 오히려 하락시킬 수도 있다. 이러한 무임승차는 이기심에 근거한 것일 수도 있고 적대감에 근거한 알력과 다툼 때문일 수도 있다.

협업생산에 대한 탐구는 크게 두 갈래로 진행되어 왔는데 하나는 완전정보 가정 하에서 정태적으로 협업생산의 시너지효과 또는 오링효과에 초점을 둔 연구이고 다른 하나는 불완전 정보 가정 하에서 협업생산의 도덕적 해이 문제에 초점을 둔 연구다. 전자의 대표적 연구로 Hamilton, Nickerson, and Owan(2003, 2012)을 들 수 있다. 팀 생산을 분석한 이들의 연구는 팀 구성원 사이의 개별 생산성 격차가 클수록 팀-생산성이 높아진다는 것을 보여주었다. 이는 생산성이 높은 노동자와 그렇지 못한 노동자 간 상호 학습효과가 발생하기 때문이다. 반면, Kremer(1993)나 Prat(2002) 등은 이질적 재능이 협업생산에 미치는 영향은 작업 유형에 따라 크게 차이가 난다고 주장하였다. 예를 들어 작업들이 상호보완적이라면 재능의 이질성이 낮을수록 협력생산의 생산성이 높아지지만, 작업이 상호대체적이라면 재능의 이질성이 높을수록 협업생산의 생산성이 높아진다는 것이다. Franck, and Nüesch(2010)은 독일 축구선수들의 개인 생산성 지표를 이용하여 재능 이질성이 작업이 상호보완적인 상태(팀내 연습)와 대체적인 상태(최종 경기)에 따라 협업생산에 주는 영향을 추정하여 Kremer나 Prat의 주장이 실증적으로 타당성이 있음을 보였다. Gould, and Winter(2009)는 야구팀의 성과를 분석하여 유사한 결과를 제시하였다. 한편, Papps, Bryson, and Gomez(2011)은 야구리그를 대상으로 팀의 성과와 팀의 재능구성 간 관계를 실증분석 한 결과, 팀의 평균 능력이 일정할 때, 팀 구성원의 재능이 보다 다양한 경우 팀의 생산성이 높아짐을 발견하였다. Hamilton, Nickerson, and Owan(2003)이 제시한 바와 같이 생산성이 높은 노동자가 생산성이 낮은 노동자를 도와주거나 생산성이 낮은 노동자가 생산성이 높은 노동자를 본보기로 삼는 등의 효과가 있기 때문이라는 것이다. 이는 시너지효과가 오링효과보다 클 수 있음을 시사한다.

협업생산에서 발생할 수 있는 도덕적 해이를 통제하는 방법에 대한 연구로는 Carpenter, Bowles, Gintis, and Hwang(2009)이 있다. 이 연구는 게으름을 효과적으로 방지하기 위해서는 팀 규모가 작아야한다던가 또는 비현실적인 정보체계를 전제로 하는 기존의 문헌과는 달리 일부 팀 구성원이 강력한 상호주의를 표방하여

게으름을 피우는 동료를 기꺼이 응징한다면 게으름과 같은 도덕적 해이를 효과적으로 통제할 수 있다고 주장한다. Franco, Mitchell, and Vereshchagina (2011)은 (기술적) 상호보완성 뿐 아니라 도덕적 해이도 팀 구성과 팀 생산성에 무시할 수 없는 영향을 미친다고 주장한다. 특히, 도덕적 해이를 감안할 경우 기술적 상호보완성이 높아질수록 최적의 팀 구성은 Kremer가 주장한 동질적(positive assortative matching)에서 이질적(negative assortative matching)으로 전환되어야 한다고 주장한다. Weng, and Carlsson (2015)은 실험적 연구를 통하여 팀 협력은 보상체계(동일 금액 지급 대비 생산성에 따른 차별적 보상), 벌칙여부(한 팀원이 다른 팀원에 벌을 줄 수 있는 권한 보유 여부), 소속팀에 대한 유대감 등 세 측면 간 상호작용에 상당히 민감하다는 것을 밝히고, 팀의 협력을 유도하기 위해서는 이러한 상호작용을 잘 조율해야 할 필요성을 강조하고 있다. 최근에 발표된 연구로 Chan (2016)은 팀 생산이 팀 구성원 사이의 작업량에 대한 정보를 개선시켜 도덕적 해이를 완화시키는 역할을 한다고 주장하였다. 그는 응급실 의사의 협업에 관한 자료를 사용하여 협업이 도덕적 해이를 완화하는 효과가 도덕적 해이를 유발하는 효과보다 크다는 것을 실증적으로 보여주었다.

이상에서 논의한 기존 연구들이 시사하는 바는 협업생산 구성원 사이에 협업생산의 생산성을 측정할 수 있는지 여부에 따라 도덕적 해이를 방지하여 시너지효과를 극대화 할 수 있는지 여부가 결정된다는 점이다. 축구나 야구와 같이 협업에 참여하는 구성원의 생산성을 측정할 수 있으면 도덕적 해이가 배제될 수 있고 따라서 재능의 이질성, 작업의 보완성 등 협업생산 생산성에 영향을 미치는 다양한 요소들을 선별해 낼 수 있다. 그러나 이런 경우는 현실에서 매우 제한적으로만 존재한다. 대부분의 제조업 생산에서는 상대적으로 측정이 용이한 총산출량에 비해 협업생산에 참여한 개별 투입요소의 총산출량에 대한 기여를 측정하기가 용이하지 않다. 서비스업 생산에서는 산출량조차도 정확한 측정이 쉽지 않은 경우도 있다. 이와 같이 협업생산에서 협업 참여자 각각의 생산성을 측정할 수 없다는 사실이 도덕적 해이를 유발하는 요인이 되고 있지만, 이러한 상황을 개선하는 방법으로 협업생산의 생산성 측정을 시도한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 이러한 문제의식 하에 협업생산에 참여하는 구성원의 생산성을 측정하기 위한 방법을 탐구한다.

## 2. 실증분석을 위한 협업생산함수의 도출

본 절에서는 위에서 논의한 협업생산의 가장 중요한 특성인 준가법성을 나타낼 수 있는 협업생산함수를 도출한다. 실증분석 대상인 병원서비스를 염두에 두고 자본과 노동의 투입요소가 고정비율로 사용되는 Leontief 생산함수를 분석의 기초로 한다. 병원 생산성 분석에 관한 기존 실증분석들을 따라 본 연구에서도 병상수를 자본의 대리변수로 사용하고 있는데, 현행 의료법은 병상수에 비례해서 일정한 수 이상의 의사, 간호사, 보건직을 고용하도록 규정하고 있으므로 Leontief 생산함수가 병원서비스 생산성을 측정하는데 적절하다.<sup>2)</sup>

일반적인 Leontief 생산함수는 자본과 노동과 같은 투입요소의 계수가 각 투입요소의 개별생산에 의한 산출량 기여부분과 협업생산에 의한 산출량 기여부분을 통합적으로 내포하고 있어 후자의 영향을 알기 어렵다. 본 논문에서는 협업생산에 의한 기여부분을 분리하여 분석하는 것이 목적이므로 노동을 직무별로 나누고 직무간 협업을 생산함수에 반영한다. 의료 서비스는 크게 네 가지 과업의 협업으로 이루어진다. 네 가지 과업이란 ① 진단과 치료, ② 치료의 보조 및 환자관리, ③ 진단과 치료에 수반되는 병리검사 및 치료장비 지원, ④ 예약, 수납, 그 밖의 환자관련 행정 서비스와 병원경영에 수반되는 행정을 일컫는다. 각각의 과업을 수행하기 위해 서로 다른 전문성이 요구되는데, 주어진 과업을 전문성을 가지고 일상적으로 하는 일을 직업이라고 하며, 이렇게 다른 직업에서 일상적으로 수행하는 과업을 직무라 한다. 따라서 병원의 네 가지 과업에 상응하는 직무를 의료직무, 간호직무, 보건직무, 사무직무로 구분할 수 있는데, 병원의 크기나 특성에 따라 각각의 직무가 하나의 부서로 운영되기도 하고 여러 부서로 나누어서 운영되기도 한다. 본 연구에서는 다양한 직무에 대한 데이터 제약을 반영하고, 병원사이의 분석단위를 통일하기 위해 병원서비스 협업생산의 기본단위를 위의 네 가지 직무로 특정하여 분석을 진행한다.

상기한 바와 같이 노동을 직무로 나누고 직무별 사이의 협업생산을 포함하기 위해 Diewart (1971)의 일반 Leontief 생산함수를 변형하여 수식 (3)으로 쓴다.

2) 설명변수에 대한 자세한 논의는 본 논문 제IV장의 제1절을 참고하라.

$$Z_i = \prod_{j=0}^m \prod_{k=0}^m [x_j^{1/2} x_k^{1/2}]^{a_{jk}} \quad (3)$$

$Z_i$ 는 생산투입요소로 생산해낼 수 있는  $i$ 병원( $i = 1, \dots, n$ )의 시간단위 당(예, 1년) 최대 의료 서비스 생산량을 나타낸다. 개별직무사이의 협업을 나타내기 위하여 두 개의 하첨자  $j$ 와  $k$ 를 사용하고, 이 하첨자들은 자본과 직무별 노동을 나타낸다. 즉 하첨자가 0이면 자본이고, 1은 의료직, 2는 간호직, 3은 보건직(임상병리직, 물리치료직, 방사선직), 4는 원무와 사무직을 나타낸다. 따라서 식 (3)에서 개별직무수를 나타내는  $m$ 은 4다.  $x_j (\geq 0)$ ,  $x_k (\geq 0)$ 는 시간단위(예, 1년)당 투입되는 자본량과 직무별 노동량을 나타낸다. 예를 들면,  $x_1 \cdot x_1$ 는 의사가 그 자신의 의료 직무에 투입한 노동투입량을 나타내고  $x_1 \cdot x_2$ 는 의사와 간호사가 협업으로 하는 직무에 투입한 노동투입량을 나타낸다.

협업노동의 생산에 대한 효과를 나타내는  $\alpha_{jk}$ 는 다음과 같은 특성을 가진다.

- i)  $\alpha_{jk} = \alpha_{kj}$
- ii)  $Z_i$ 는  $x_j (\geq 0)$ ,  $x_k (\geq 0)$  영역에서  $Z_i(0) = 0$ 이고 단조증가 함수이므로  
 $\alpha_{jk} \geq 0$  for  $j = k$ ,  $\alpha_{jk} \leq 0$  for  $j \neq k$
- iii) 자본과 노동 사이에 협업이 없다는 전제하에  $\alpha_{01} = \alpha_{02} = \alpha_{03} = \alpha_{04} = 0$ .

다음에서  $\alpha_{jk}$ 의 특성에 대해 자세히 살펴보자(아래에서는 복잡함을 피하기 위해 설명 상 필요한 경우가 아니면 개별병원을 나타내는 하첨자  $i$ 는 생략한다). 식 (3)의 방정식을 전개했을 때 하나의 항에 하나의 변수가 있는 항은 개별생산에 투입된 자본과 직무별 개별노동의 투입량을 나타내고, 하나의 항에 두 개의 변수가 있는 항은 협업생산에 투입된 두 직무의 협업노동 투입량을 나타낸다. 생산요소를 개별적으로 투입하는 경우 투입을 늘릴수록 생산량이 늘어나므로 생산투입요소의 계수 부호는 통상적인 예측과 다르지 않다;  $\alpha_{jk} (j = k) \geq 0$ .

그러나 협업직무수행을 위한 협업노동투입의 경우 두 개의 생산요소를 동시에 투입했을 때 생산량이 늘어날 것인지 여부는 사전적으로 확정할 수 없다;  $\alpha_{jk} (j \neq k) \leq 0$ . 그 이유는 앞서 문헌검토에서도 보았듯이 시너지효과, 오링효과,

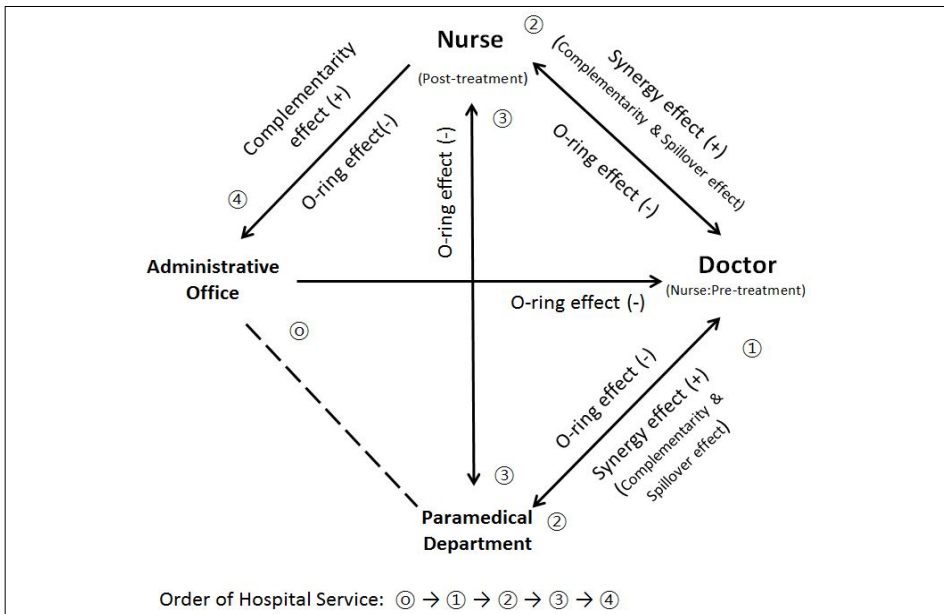


도덕적 해이효과 각각의 발생 여부와 정도에 따라 협업의 결과 생산이 늘어 날 수도 있고 줄어 들 수도 있기 때문이며, 작업이 상호보완적인지 또는 대체적인지에 따라서 이러한 효과들이 상호작용하여 생산성에 미치는 영향이 다르게 나타날 수도 있기 때문이다. 또한, 협업노동계수인  $\alpha_{jk}(j \neq k)$ 는 각각의 산업에 내재하는 고유의 협업특성에 따라 부호가 산업마다 다르게 나타날 수 있다. 여기서는 실증분석 대상인 의료 서비스 산업을 중심으로 협업노동계수인  $\alpha_{jk}(j \neq k)$ 의 부호 방향을 분석해보기로 한다. 문헌연구에서 협업생산성에 영향을 미치는 결정요인으로 시너지효과(보완성과 파급성효과를 모두 포괄함), 오링효과, 도덕적 해이효과를 설명하였다. 시너지 효과와 오링효과는 직무 간 협업내용이나 협업생산의 조직형태 등을 분석하면 이런 효과의 존재나 크기 등을 어느 정도 예측해 볼 수 있다. 그러나 도덕적 해이는 측정할 수 없는 개인행동이므로 존재여부를 가늠하기가 쉽지 않다. 그런데 Alchian, and Demsetz(1972)와 Rasmusen(1987)의 연구는 협업생산에 참여하는 구성원의 협업에 대한 개별적인 기여를 측정하기 어렵다면 팀원 모두가 도덕적 해이를 선택하는 것이 나쉬 균형임을 보여준다. 이들 연구결과를 따라서 병원의 협업생산에서 구성원 사이에 동일한 정도의 도덕적 해이가 일어나는 것이 보편적인 현상이라고 가정한다면 도덕적 해이를 일종의 상수로 처리할 수 있다. 협업생산성이 시너지효과, 오링효과, 도덕적 해이 이외에 설명할 수 없는 다른 어떤 요소에 의해서도 영향 받을 수 있겠지만, 이러한 요소를 회귀방정식의 잔차항과 같이 간주해서 평균이 '0'인 분포라고 가정한다. 이런 가정과 함께 실제 협업노동의 생산성은 시너지효과와 오링효과를 통해서 가늠한다. 이제 구체적으로 의료 서비스의 협업생산이 어떻게 이루어지는지 살펴보자.

의료 서비스는 의사, 간호사, 임상병리사, 방사선사, 물리치료사, 사무직과 같은 전문 인력의 분업을 통해서 제공된다. 제조업에서 컨베이어 벨트를 따라 생산공정이 순서대로 진행되는 것처럼 의료서비스도 각각의 분업이 의료 직무를 중심으로 순서대로 연결되어 이루어진다. 따라서 의료 서비스의 협업은 모든 직무가 시스템적으로 연계되어 진행되는 것을 의미하기도 하고, 직무가 서로 연계되는 접점에서 연계직무를 서로 다른 직무를 맡은 노동이 공동으로 수행하는 것을 의미하기도 한다. 의료 서비스의 직무간 협업이 이루어지는 순서를 설명하면 아래 <Figure 1>과 같다. 먼저 ① 사무(원무) 직은 환자접수를 받은 후에 의사에게 환자를 보낸다. ② 의사에게 온 환자는 의사의 지시를 받은 간호사의 안내와 지도하에 진단과 치료에

필요한 준비(예, 혈압측정, 피검사나 CT 촬영 등)를 마치고 의사로부터 진단과 치료를 받는다. ③ 의사는 진단과 치료과정에서 보건직에 검사, 촬영, 물리치료 등을 요구하거나 간호사에게 진료 후 주사, 투약, 처방전발행, 예약과 같은 추가적인 조치를 지시한다. ④ 환자는 처방전을 받은 후 사무(원무)직에 수납을 하고 귀가나 퇴원을 한다.

〈Figure 1〉 A Schematic Diagram of Team Production and Interaction Effect in Hospital Service



의료 서비스 협업시스템이 운영되는 〈Figure 1〉의 순서도로부터 의료 서비스 협업생산의 특징을 크게 두 가지로 요약할 수 있다: ① 직무사이의 생산성차이 때문에 발생하는 환자의 병목현상, 즉 오링효과는 환자대기 형태로 나타난다. 직무와 직무가 연결되는 모든 접점에서는 이러한 오링효과가 존재한다. ② 두 직무 사이의 연계접점에서 일어나는 협업은 두 직무 사이에 연계직무가 있는 경우에만 일어난다. 치료보조라는 측면에서 의료와 간호 사이에는 확실한 연계직무가 존재하며, 진단보조라는 측면에서 의료와 보건에서도 연계직무가 존재한다. 또한 입원환자의 퇴원수속과 관련해서 간호와 사무(원무) 간에는 연계직무가 존재한다. 그러나 사무(원무)와 의사, 간호와 보건, 사무(원무)와 보건 사이에는 의미 있는 정도의 연계직무

가 존재하지 않는다. 연계직무가 있는 경우에 한해서 시너지효과(파급성효과+보완성효과)가 존재하며, 연계직무가 없는 경우에는 오로지 오링효과가 협업노동생산성에 영향을 미친다. 여기서 의료와 간호의 연계직무는 의료와 보건, 간호와 사무의 연계직무와 구별되는 특징을 언급할 필요가 있다. 즉, 의료와 간호는 다른 연계직무와 다르게 협업이 같은 공간에서 일어나기 때문에 의료와 간호의 직무를 개념적으로 정확하게 분리하기 어려운 경우가 있다. 본 논문에서는 진료 전 간호가 의료를 보조하는 행위는 의료직무로 간주하고, 진료과정이나 진료 후 의사의 지시에 따라 행하는 독립적인 간호행위를 간호직무로 간주한다.

이러한 특징을 바탕으로 이제 의료 서비스 산업의 협업노동 계수( $\alpha_{jk}(j \neq k)$ )의 부호를 예측해보자. ① 의료와 간호: 간호사는 의사의 진료를 보조해서 치료를 돕는 직무를 통해 의사의 한계생산성을 높이게 된다. 즉 보완성효과가 발행한다. 또한 의사의 환자진료 속도가 간호사 보조능력보다 빠르면 간호사가 그 속도를 따라잡으려고 하는 과정에서 양의 파급성효과(spillover effect)가 일어난다. 그 반대도 가능하다. 동시에 이런 생산성의 차이가 오링효과를 발생시킬 수도 있다. 의료와 간호의 협업은 시너지효과와 오링효과가 공존해서 의료·간호의 협업계수,  $a_{12}$ 의 부호를 사전적으로 확정할 수 없다:  $a_{12} \leq 0$ . ② 의료와 보건: 임상병리사, 방사선사, 물리치료사 등의 직무가 의사의 진단과 치료를 보완한다는 점에서 의사와 보건 사이에는 보완성효과를 가진다. 또한 의사의 환자 질환에 대한 설명은 임상병리사나 방사선사의 의학지식을 넓혀 병리검사나 촬영의 정확도를 높이는 파급성효과를 가지고 온다. 의사와 보건직 사이의 일의 속도 차이에 의한 오링효과가 발생한다. 의료와 보건의 협업은 시너지효과와 오링효과가 모두 존재한다. 따라서  $a_{13}$ 의 부호를 사전적으로 확정할 수 없다:  $a_{13} \leq 0$ . ③ 의료와 사무: 사무(원무)와 의료 사이에 연계직무가 없다. 사무와 의료 사이에 생산성 격차가 있다면, 이런 경우에 환자 접수, 수납처리 지연에 따른 오링효과가 의료와 사무 사이의 협업에 영향을 미친다. 따라서 의료와 사무 사이의 협업은 음의 오링효과가 지배할 것으로 판단된다:  $a_{14} < 0$ . ④ 간호와 보건: 간호와 보건 사이에 환자를 대상으로 협업을 해야만 하는 연계직무는 없다. 그러나 진료과정이나 진료 후 검사, 촬영, 물리치료는 의사의 지시에 따라 간호를 거쳐 보건으로 연결되기 때문에 간호와 보건 사이에 생산성 격차가 있으면 보건이나 간호에서 환자대기가 일어나는 오링효과는 존재한다. 따라서 간호와 보건 사이의 협업은 음의 오링효과가 지배한다:  $a_{23} < 0$ . ⑤ 간호와 사무:

간호와 사무 사이에 의미 있는 연계직무는 입원환자가 퇴원할 때 간호사가 퇴원수속을 하면서 사무와 공동으로 해야 하는 직무가 있다. 즉 낮은 정도의 보완성효과가 있다. 환자의 의료서비스가 종료되는 간호와 사무(원무) 사이의 연계과정의 오링효과는 사무에서만 발생할 수 있다. 따라서 간호와 사무 사이의 협업은 낮은 수준의 보완성효과와 낮은 수준의 오링효과가 있을 것으로 평가되어  $a_{24}$ 의 부호를 사전적으로 확정할 수 없다:  $a_{24} \leq 0$ . ⑥ 사무와 보건: 사무와 보건 사이에는 협업해야 할 직무가 없다. 따라서 시너지효과나 오링효과가 일어나지 않는다. 따라서  $a_{34}$ 는 통계적 유의성을 가지지 않을 가능성이 높다.

한편, 식 (3)은 생산성에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나인 기술변화를 포함하지 않고 있다. 기술변화를 포함하고, 병원의 설립목적, 운영방식, 경영자 능력 등 측정이 어려운 개별병원의 고유한 특성을 반영하며, 병원의 협업생산은 서비스이므로, 서비스 생산의 특징인 수요제약을 포함하기 위해 식 (3)을 다음과 같이 확장한다. 먼저, 기술변화를 포함하기 위해 식 (3)을 동태적 협업생산함수로 변형한다. 기술변화는 무작위로 일어나는 현상이고, 무작위한 기술변화에 영향을 받는 생산투입요소와 산출물도 무작위 현상이 되기 때문에, 이를 반영하여, 무조건 확률(unconditional probability)의 확률분포,  $f(\cdot)$ 가 특정시점,  $\tau$ 의 기술수준과 지수적으로 관련이 있다고 가정하고, 이것을 식 (4)로 표현한다.

$$f(t) = \exp\{\rho \cdot \tau\} \quad (4)$$

식 (4)를 식 (3)에 포함시켜, 동태적 협업생산함수를 식 (5)로 쓴다.

$$EZ(t) = e^{\rho \cdot \tau} \cdot \prod_{j=0}^m \prod_{k=0}^m [x_j^{1/2} x_k^{1/2}]^{a_{jk}} \quad (5)$$

식 (5)에서  $t$ 는 시간을 나타내고,  $\tau$ 는 특정시점의 기술수준으로서 기술경제학의 전통에 따라 외생적으로 주어지는 기술진보를 측정하는 변수를 의미한다. 따라서  $\rho$ 는 기술변화의 크기를 측정하는 계수다. 식 (5)에 포함된 확률변수는 협업생산함수를 확실성이 담보된(deterministic) 모형과는 다르게 해석하게 한다. 즉  $t$ 시점에서 의 의료서비스 실제 생산량,  $Z(t)$ 는  $EZ(t)$ 보다 더 많이 또는 더 적게 생산될 수도

있다. 그러나 평균적으로는 확률분포,  $f(\cdot)$ 의 평균값에 수렴하는 수준으로 생산량이 결정된다. 즉,  $EZ(t)$ 는 기댓값을 의미하고, 평균적으로  $Z(t)$  만큼 생산된다고 해석한다. 모형의 결과에 영향을 미치지 않으면서 모형의 복잡성을 피하기 위해 병원경영자가 모두 위험 중립적이라고 가정하고,  $EZ(t)$ 를  $Z(t)$ 로 쓴다.

위의 협업생산함수는 직무의 차이를 구별하기는 하지만 병원 고유의 특성을 명시적으로 나타내지 못한다. 아래의 실증연구는 국립병원, 국립의료원, 지방의료원, 국립대학병원, 사립대학병원, 보훈병원, 적십자병원 등과 같은 다양한 설립목적을 가진 병원을 표본에 포함하고 있다. 따라서 표본의 병원들은 병원운영방식이나 경영자 능력 등과 같이 측정이 어려운 병원고유의 특성을 가지고 있다. 이러한 이질성이 산출량에 병원마다 다르게 영향을 미친다. 또한, 예측이 불가능한 자연재해나 경기변화가 산출량에 영향을 미치기도 한다. 이러한 이질성을 반영하는 방법으로 오차항을 개별효과(individual effect)와 고유오차로 분화하여 협업생산함수에 포함시킨다. 이를 식 (5)에 반영한 것이 식 (6)이다.

$$Z_i(t) = e^{\rho \cdot \tau} \cdot \prod_{j=0}^m \prod_{k=0}^m [x_j^{1/2} x_k^{1/2}]^{a_{jk}} \cdot e^{c_i + v_i(t)} \quad (6)$$

식 (6)에서 개별효과를 나타내는  $c_i$ , 오차항  $v_i(t)$ 는 모두 i.i.d의 정규분포를 가지고, 서로 독립적이라고 가정한다;  $E(c_i, v_i(t)) = 0$ .  $c_i$ 는 각 병원에 존재하지만 측정할 수 없는 병원운영방식, 경영자의 능력, 조직 및 문화의 차이를 반영한다.

마지막으로, 협업생산함수에 수요제약을 포함한다. 서비스 생산함수는 일반 상품과 달리 수요제약을 반드시 고려해야 한다. 서비스의 경우 다른 사람을 위해서 ‘행동’을 수행하는 것이기 때문에 저장하거나 운반할 수가 없다. 따라서 서비스가 생산되기 위해서는 생산자와 소비자가 직접 만나야 한다.<sup>3)</sup> 이렇게 만나서 서비스가 행해진다는 것은 서비스의 생산과 소비가 동시에 일어나야 한다는 것을 의미하며, 이는 곧 생산이 수요에 의해 제약됨을 의미한다(권명중, 2009). 수요가 생산에

3) 정보통신기술의 발달로 인해 생겨난 on-line 서비스의 경우 가상공간에서 저장할 수 있는 기능을 활용할 수 있으므로 서비스의 생산과 소비가 동시에 일어나지 않을 수 있다. 본 논문에서 다루는 서비스는 on-line 서비스를 제외한 서비스다.

미치는 영향을 반영해서  $t$ 시점의 균형수요,  $Q^*(t)$ 를 식 (6)에 적용하여 최종 협업 생산함수 식 (7)을 도출한다.

$$Z(t) = Q^*(t) \cdot e^{\rho \cdot \tau} \cdot \prod_{j=0}^m \prod_{k=0}^m [x_j^{1/2} x_k^{1/2}]^{a_{jk}} \cdot e^{c_i + v_i(t)} \quad (7)$$

그런데 식 (7)에 균형수요  $Q^*$ 를 포함하면 실증분석에서 동시성에 의한 내생화 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 의료서비스 시장에 대한 모형을 만들고 그 시장의 균형수요를 다음과 같이 도출한다.<sup>4)</sup>

$$Q^*(t) = \frac{1}{3} \cdot \frac{L}{D} \cdot R + \frac{L}{n} \quad (8)$$

여기서,  $L(t)$ ,  $R(t)$ ,  $D(t)$ 는 각각 균형수요의 결정요소인 소비자 밀도, 서비스 질의 차이, 소비자와 병원 사이의 거리를 나타낸다. 균형수요 결정요소 중 하나인 시장 내 경쟁기업수( $n$ )의 역수가 충분히 작은 수에 근접하므로 '0'으로 간주하고,<sup>5)</sup> 병원 간 서비스의 질의 차이가 일정하다고 가정한다. 협업생산함수 식 (7)에 로그를 취하여 다음과 같이 실증분석에 사용할 수 있는 회귀방정식 (9)를 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln Z(t) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln L(t) + \beta_2 \cdot \ln D(t) + \rho \cdot \tau + \alpha_{00} \ln x_0(t) \\ & + \alpha_{11} \ln x_1(t) + \alpha_{22} \ln x_2(t) + \alpha_{33} \ln x_3(t) + \alpha_{44} \ln x_4(t) \\ & + \alpha_{12} [\ln(x_1(t) \cdot x_2(t))] + \alpha_{13} [\ln(x_1(t) \cdot x_3(t))] \\ & + \alpha_{14} [\ln(x_1(t) \cdot x_4(t))] + \alpha_{23} [\ln(x_2(t) \cdot x_3(t))] \\ & + \alpha_{24} [\ln(x_2(t) \cdot x_4(t))] + \alpha_{34} [\ln(x_3(t) \cdot x_4(t))] + v(t) \end{aligned} \quad (9)$$

식 (9)는 협업생산함수를 추정하는 회귀방정식이다. 그런데 식 (9)에서 교차항

4) 도출과정은 저자(consign@yonsei.ac.kr)에게 요청 시 제공한다.

5) 실증분석에서 병원이 위치한 반경 2 Km내에 있는 병원의 평균수가 272개이고, 이 수의 역수가 0.0036이다. 소수점 세 자리 이하를 고려하지 않았을 때 '0'으로 수렴한다.

은 로그법칙에 의해서 분해되어 직무별 노동항으로 합해져서 일반생산함수와 같은 형태가 된다. 반면, 협업생산의 기여부분을 분리하기 위해서 교차항을 그대로 놔두면  $\ln x_1, \dots, \ln x_4$ 와  $\ln(x_1 \cdot x_2), \dots, \ln(x_3 \cdot x_4)$ 는 완전공선성을 가져서 추정을 할 수 없게 된다. 이에 따라 본 논문에서는 교차항을 통해 두 직무사이의 협업이 산출량에 기여하는 부분을 분리해 내기위해 Stoneman, and Kwon (2000)에서와 같이 교차항을 근사화시키는 방법을 사용한다. 즉,  $\ln(x_1 \cdot x_2), \dots, \ln(x_3 \cdot x_4)$ 를 근사치인  $\ln[(x_1 \cdot x_2) + 1], \dots, \ln[(x_3 \cdot x_4) + 1]$ 로 바꾸고  $\log(1+x)$ 를  $x$ 로 근사화시키는 방법<sup>6)</sup>을 사용해서 식 (9)를 식 (9)'로 다시 쓴다.

$$\begin{aligned}
 \ln Z(t) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln L(t) + \beta_2 \cdot \ln D(t) + \rho \cdot \tau + \alpha_{00} \ln x_0(t) \\
 & + \alpha_{11} \ln x_1(t) + \alpha_{22} \ln x_2(t) + \alpha_{33} \ln x_3(t) + \alpha_{44} \ln x_4(t) \\
 & + \alpha_{12} (x_1(t) \cdot x_2(t)) + \alpha_{13} (x_1(t) \cdot x_3(t)) + \alpha_{14} (x_1(t) \cdot x_4(t)) \\
 & + \alpha_{23} (x_2(t) \cdot x_3(t)) + \alpha_{24} (x_2(t) \cdot x_4(t)) \\
 & + \alpha_{34} (x_3(t) \cdot x_4(t)) + v(t)
 \end{aligned} \tag{9}'$$

식 (9)'에서  $\beta_0$ 는 균형수요의  $R/3$ , 상수( $\beta$ )와 기업의 개별효과,  $c_i$ 의 합을 나타낸다;  $\beta_0 = (\ln(R/3) + \beta + c_i)$ . 식 (9)'의 계수부호는 위에서 설명된 모형으로부터 선형적으로 다음과 같이 예측된다:  $\beta_0 \leq 0$ ,  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$ ,  $\rho > 0$ ,  $\alpha_{00} \sim \alpha_{44} > 0$ ,  $\alpha_{12} \sim \alpha_{34} \leq 0$ . 물론, 의료 서비스의 경우 이 계수들을 다음과 같이 예측하였다:  $\alpha_{12} \leq 0$ ,  $\alpha_{13} > 0$ ,  $\alpha_{14} < 0$ ,  $\alpha_{23} < 0$ ,  $\alpha_{24} > 0$ ,  $\alpha_{34}$ : 통계적 유의성 없음. 여기서, 계수  $\alpha_{00}, \dots, \alpha_{44}$ 는 자본 및 개별직무에 투입된 개별노동의 생산량에 대한 탄력성을 측정하고, 계수  $\alpha_{12}, \dots, \alpha_{34}$ 는 협업직무에 투입된 '협업노동'의 생산량에 대한 탄력성을 측정한다. 여기서 생산요소  $x_1$ 의 탄력성은  $(\alpha_{11} + \alpha_{12}x_2 + \alpha_{13}x_3 + \alpha_{14}x_4)$ 이다. 협업생산함수에서는 이 탄력성의 계산을 통해서 의료직이 개별생산으로 기여한 부분,  $\alpha_{11}$ 과 협업생산으로 기여한 부분,  $(\alpha_{12}x_2 + \alpha_{13}x_3 + \alpha_{14}x_4)$ 를 분리해서 표현할 수 있지만 일반생산함수에서는  $x_1$ 의 계수가 개별생산과

6)  $\log(1+x)$ 를  $x$ 로 근사시킬 때  $x$ 의 값이 1 근처에 가까우면 가까울수록 근사정도가 높아진다. 이런 점을 반영해서 식 (9)의 모든 변수 값들을 1/100로 scale을 축소시켜 교차항이 대부분 1 주변에 분포하도록 함으로써 근사정도를 높인다.

협업생산 기여부분을 모두 포함한 수치(즉,  $\alpha_{11} + \alpha_{12}x_2 + \alpha_{13}x_3 + \alpha_{14}x_4$ )를 나타낸다.

### Ⅲ. 협업생산성 함수의 측정 : 상대생산성 측정방식

#### 1. 상대생산성 측정방식의 개념과 필요성

본 논문에서는 직무별 평균노동생산성 측정을 위해 상대생산성 측정방식을 도입한다. 본 논문의 맥락에서 상대생산성이란 개별병원의 직무별 및 협업별 평균노동생산성을 다른 병원의 직무별 및 협업별 평균노동생산성과 비교하여 그 자신의 평균노동생산성을 가늠할 수 있도록 함을 의미한다. 평균노동생산성은 총산출물을 총투입물로 나누는 것이기 때문에 산출물이 서로 다른 경우 산출물 단위가 달라 직무간 생산성의 상호비교가 어렵다. 일반생산함수는 노동이 세부직무노동으로 분리되지 않기 때문에 이런 문제가 없지만 산출물이 각기 다른 세부직무노동으로 나뉘는 협업생산함수의 경우 문제가 될 수 있다. 예를 들어 의사의 생산성은 의사의 시간당 환자 진료수로 측정되는 반면, 임상병리사의 생산성은 시간당 병리검사수로 측정된다. 즉, 의사의 직무와 임상병리사의 직무가 서로 달라 투입내용도 다르고 산출내용도 서로 다르다. 같은 논리로 간호사와 의사의 협업산출물과 간호사와 사무직의 협업산출물이 다르다. 이와 같이 직무의 산출물이 다르다면 직무간 생산성을 상호비교하기 어렵다. 한계생산성을 측정하는 회귀분석의 경우 생산성이 비율로 측정되기 때문에 본 연구 제IV장의 회귀분석에서처럼 환자수를 모든 직무 산출물의 공통대리변수로 사용해도 큰 문제가 없지만 평균생산성 측정의 경우 환자수를 공통대리변수로 사용하는 것은 필연적으로 측정오류를 수반하게 된다. 이러한 측정오류는 생산성을 척도와 비교한 비율로 측정하는 상대생산성의 경우 축소될 수 있다.

식 (9)'의 회귀방정식의 계수를 이용해서 생산성 측정을 할 수도 있지만, 이는 직무노동이 생산의 증가에 미치는 효과를 측정한 것이다. 즉, 산출물을 노동투입으로 나눈 평균노동생산성이 아니라 한계생산성을 측정한 것이다. 개념상 차이로 인해 회귀분석을 통해 추정한 한계생산성은 아주 제한적인 조건하에서만 평균노동생산성과 같아지므로 한계생산성 측정치로 평균노동생산성을 그대로 대체할 수는 없다. 그러한 대체는 측정의 시스템적 오류를 범하게 되어 측정치의 신뢰성을 담보할



수 없게 된다.<sup>7)</sup>

회귀분석을 통해 측정한 한계생산성의 또 다른 문제는 이렇게 측정된 생산성은 표본집단을 대상으로 측정한 집단의 평균적인 생산성이므로 개별병원의 생산성으로 해석될 수 없다. 따라서 식 (9)'의 추정으로부터 계산된 생산성은 병원업 전체나 특정 병원집단의 상황을 파악하기 위한 지표로는 활용이 가능하지만 개별병원의 생산성 분석이나 최적협업팀 구성과 같은 인사관리에는 활용될 수 없다.

이에 본 논문에서는 Caves, Christensen, and Diewert(1982) 등의 연구를 참고해서 회귀분석에 의존하지 않는 상대생산성 측정방식을 제시한다.<sup>8)</sup> 상대생산성은 위에서 설명한 바와 같이 측정오류의 규모를 완화하여 생산성 지표의 신뢰성을 높이고 상대적인 관점에서 직무간 또는 협업간 생산성 비교를 가능하게 한다. 이러한 비교는 개별병원의 협업생산 분석이나 경영관리에 활용할 수 있다(상대생산성의 활용은 3절에서 보다 자세하게 설명한다.)

상대생산성이 공정한 평가방법으로 받아들여지기 위해서는 개별병원과 비교척도(yardstick)로 사용되는 병원(들)이 질적으로 차이가 나지 않아야 한다. 이것을 '동질성 조건'이라고 명명한다면, 이 조건이 만족되기 위해서는 다음의 두 가지 전제조건이 선결되어야 한다. 첫째, 비교척도는 비교대상과 동질적이어야 한다. 둘째, 상대평가 대상이 되는 표본구성원도 동질적이어야 한다. 아래에서는 이 두 가지 조건을 고려해서 상대생산성 측정방법을 고안한다. 가독성을 높이기 위해서 아래에서는 평균노동생산성을 간단하게 생산성으로 표기한다.

## 2. 상대생산성 측정방식

제II장의 식 (9)'를 이용해서 1절에서 제기한 문제점을 보완하는 상대생산성 측정 방법을 고안한다. 먼저 비교대상이 되는 비교척도를 결정하고, 척도 대비 비율로 나타난 개별 상대생산성과 협업 상대생산성을 각각 결정한다. 동질성 조건을 만

7) 평균생산성과 한계생산성은 자본과 모든 직무들 사이에 그리고 모든 직무들 사이의 대체탄력성이 1일 때만 같다. 그러나 의사와 간호사처럼 완전히 대체될 수 없는 경우 평균생산성과 한계생산성은 같아질 수 없다.

8) 다만, 상대생산성 측정방식에서 비교대상이 되는 표본집단 전체의 평균적인 생산성인 척도생산성을 측정하기 위해서 회귀분석을 통해 추정한 한계생산성을 이용한다.

축하는 세부표본을 구성하고, 세부표본 내 상대순위에 의한 상대생산성을 결정한다.

### (1) 비교척도의 결정

상대생산성 측정방법의 하나인 맘퀴스트 생산성지수(MPI)에서는 척도기업을 가장 효율적인 기업으로 선정하고, 척도기업과 비교기업 사이의 투입대비 산출비율의 차이를 상대 생산성지수로 측정한다. 그런데 이 지수의 문제점은 비교기업과 척도기업 사이의 동질성 조건이 고려되지 않는다는 것이다. 따라서 이 지수가 실제 생산성차이보다 과대 또는 과소측정 될 가능성이 높다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하는 방법으로 식 (9)'의 회귀방정식을 척도생산성 도출에 활용한다. 회귀방정식은 독립변수인 해당 직무노동 이외에 통제변수를 통해 생산량에 영향을 미치는 다른 변수들, 예컨대 기술변화의 영향, 병원입지, 수요크기, 병원고유의 이질적 특성 등이 통제되므로 독립변수인 투입요소가 순수하게 생산량에 기여하는 부분을 계산할 수 있게 한다. 다시 말해서, 기업 사이에 질적인 차이를 만드는 요소를 통제할 수 있게 한다. 이와 같이 식 (9)'의 회귀방정식을 통해서 계산된 생산량과 직무노동별 투입량은 질적인 차이를 유인할 수 있는 변수들이 통제된 상태에서 계산된 전체표본의 생산량과 직무별 투입량의 평균값을 나타낸다. 이 평균값을 사용해서 척도생산성을 다음과 같이 계산한다. 식 (9)'에 있는 모든 변수의 추정된 계수,  $\hat{B}_0, \hat{B}_1, \hat{\rho}, \hat{a}_{00} \sim \hat{a}_{44}, \hat{a}_{12} \sim \hat{a}_{34}$ , (계수위에 삿갓은 추정된 계수를 나타낸다)에 모든 직무의 노동투입량( $x_{jk}$ ,  $j, k = 1, \dots, 4$ )과 자본투입량( $x_0$ )을 대입해서 전체표본의 추정평균생산량,  $\bar{EZ}(t)$ 와 전체표본 직무별 평균노동투입량,  $\bar{E}(x_j x_k(t))$ 를 계산하고, 이것을 사용해서 직무별 척도개별생산성과 직무간 척도협업생산성을 식 (10)으로 쓴다.

$$\begin{aligned} \text{직무별 척도개별생산성: } ELP_{j(k)} &= \bar{EZ}(t) / \bar{E}(x_{j(k)}(t)) \text{ for } j = k, \\ \text{직무간 척도협업생산성: } ELP_{jk} &= \bar{E}(t) / \bar{E}(x_j x_k(t)) \text{ for } j \neq k \end{aligned} \quad (10)$$

## (2) 측정단위결정과 상대생산성

직무별 개별생산성과 직무간 협업생산성을 척도개별생산성과 척도협업생산성으로 각각 나누어서 측정단위를 비율로 나타낸 상대생산성을 식 (11)로 쓴다.

개별 상대생산성(척도생산성 대비 비율):

$$IRP_{j(k)}(t) = \frac{\frac{\ln Z(t)}{\ln(x_{j(k)}(t))}}{\frac{\overline{EZ(t)}}{\overline{E}(x_{j(k)}(t))}} \text{ for } j = k,$$

협업 상대생산성(척도생산성 대비 비율):

$$IRP_{jk}(t) = \frac{\frac{\ln Z(t)}{x_j x_k(t)}}{\frac{\overline{EZ(t)}}{\overline{E}x_j(t) \overline{E}x_k(t)}} \text{ for } j \neq k \quad (11)$$

여기서,  $\ln Z(t)$ ,  $\ln x_{j(k)}(t)$ ,  $[x_j(t) \cdot x_k(t)]$ 는 각각 병원의  $t$ 시점에서 생산량, 직무별 노동투입량, 직무간 노동투입량이다.  $IRP_{j(k)}(t)$  for  $j = k$ ,  $IRP_{jk}(t)$  for  $j \neq k$ 는 각각 개별생산성과 협업생산성을 나타낸다. 상대생산성 지표인  $IRP_{j(k)}$ 는 다음과 같이 해석된다.  $IRP_2(t) = 0.85$ 이고,  $IRP_3(t) = 1.13$ 이라고 해보자. 이것은 개별병원 간호직( $j, k = 2$ )의 생산성이 비교대상인 척도생산성의 85% 수준이고, 개별병원 보건직( $j, k = 3$ )의 생산성이 척도생산성의 113% 수준이라는 것을 의미한다. 척도와 차이로 비교하면 보건직이 간호직보다 생산성이 1.32배 높다. 이와 같이 개별병원의 직무간 상호비교가 가능하게 된다.

## (3) 동질성 조건을 만족하는 세부표본의 구성

전체표본 중에서 높은 수준의 동질성을 가진 병원들로 세부표본을 구성한다. 즉, 병원설립 및 경영목표, 소유 및 지배구조, 진료과목, 규모, 위치 등과 같은 병원내외의 환경에 영향을 미치는 요소에서 동질성을 가진 병원들로 세부표본을 구성하고, 전체표본과 구분하기 위해 상첨자 's'로 나타낸다.

## (4) 세부표본 내 상대순위에 의한 상대생산성 결정

식 (11)의 상대생산성을 개별병원의 협업생산 분석이나 조직점검에 활용하기 위해서는 세부표본 내에서의 상대생산성 순위를 가늠할 필요가 있다. 이런 목적을 위해 세부표본이 정규분포라고 가정하고,  $i$ 병원의 표준정규분포상 순위  $z_i^s$ 를 다음과 같이 정의한다;  $z_i^s = \frac{IRP_{ijk}^s - \overline{IRP_{ijk}^s}}{\sigma}$  (여기서,  $\sigma$ 는 세부표본의 표준편차,  $\overline{IRP_{ijk}^s}$ 는 세부표본  $IRP_{ijk}^s$ 의 평균이다). 이 순위,  $z_i^s$ 를 표준정규분포상의 퍼센트로 나타내고, 세부표본 상대생산성 ( $RRP_{ijk}^s$ )이라고 정의한다.

$$\begin{aligned} \text{세부표본 상대생산성 (\%): } RRP_{ijk}^s &= [0.5 - P(0 \leq v \leq z_i^s)] * 100 \text{ if } z_i^s \geq 0 \\ \text{또는 } &= [0.5 + P(0 \leq v \leq z_i^s)] * 100 \text{ if } z_i^s < 0 \end{aligned} \quad (12)$$

여기서,  $P$ 는 표준정규분포상의 확률을 나타낸다. 세부표본 상대생산성 순위는  $RRP_{ijk}^{s1} > RRP_{ijk}^{s2} > \dots > RRP_{ijk}^{sN}$ 와 같이 상대생산성의 올림차순으로 배열한다.  $RRP_{ijk}^s$ 가 56이라고 해보자. 이 지표, 56은 해당 직무의 생산성이 해당 세부표본내의 병원들 중에서 상위 56%라는 것을 의미한다.

## 3. 상대생산성의 활용

상대생산성은 개별병원의 직무별 및 협업별 생산성을 측정할 수 있도록 해줄 뿐 아니라 개별 상대생산성 순위와 협업 상대생산성 순위를 각각 계산한 후 비교하면 직무간 협업생산성에 영향을 미치는 시너지효과와 오링효과의 존재와 크기 또한 판별 가능하게 해주어 협업생산의 여러 특성을 분석하는데 유용하다.

제II장에서 협업생산성에 영향을 미치는 결정요인으로 시너지효과, 오링효과, 도덕적 해이효과를 설명하였다. 이를 요약하면 <Table 1>과 같다.

〈Table 1〉 Factors Affecting Team Productivity

Type of Effect	Effect on Productivity	Effect on individual productivity	Effect on team productivity
Synergy effect	+	None	Increase in marginal productivity of other team members due to positive externality arising from experience, knowledge, capability, and complementarity.
Moral Hazard	-	Moral hazard present. (eg. laziness, carelessness)	Moral hazard due to free-riding on partner's effort.
O-ring effect	-	None	Convergence to low productivity level when there is a productivity gap among team members.

제Ⅱ장에서와 같이 도덕적 해이가 협업생산에 참여하는 구성원 사이에 똑같이 일어나는 보편적 현상이라고 가정하면 실제 협업생산성 크기는 시너지효과와 오링효과에 의해서만 결정할 수 있게 되게 된다. 이러한 가정 하에 협업생산에 참여하는 두 개 직무 사이의 개별생산성 순위를 계산하여 차이가 없으면 두 직무 사이의 생산성 수준이 비슷하므로 협업생산에서 오링효과가 없는 것으로 간주한다. 반대로, 두 직무 사이에 순위차이가 있으면 협업생산성이 낮은 생산성 수준으로 수렴하는 오링효과가 있는 것으로 간주한다. 그렇지만 이 경우 오링효과와 시너지효과가 동시에 작용할 수 있으므로 어느 효과가 더 큰지에 대한 판별이 필요한데, 이는 협업생산성과 개별생산성 순위를 비교하면 판별 가능하다. 모든 경우의 수에 대한 판별 방법이 〈Table 2〉에 요약되어 있는데, 예를 들어 음영 처리된 첫 번째 열의 경우와 같이 오링효과가 존재하여 협업생산성이 낮아졌음에도 불구하고 협업생산성 순위가 개별생산성 순위보다 높게 나타난다면, 두 직무간 협업생산에는 오링효과를 능가할 정도의 큰 시너지효과가 존재한다는 추론이 가능하다. 오링효과가 없는 경우에도 협업생산성 순위가 개별생산성 순위보다 높으면 두 직무간 협업생산에 역시 시너지효과가 있다고 추론할 수 있다.

일정한 수준으로 존재하는 도덕적해이도 상대생산성을 이용한 보상체계 디자인으로 어느 정도 통제가 가능하다. 예를 들어 Holmström(1982)의 “집단벌칙(group penalty)”에서와 같이 두 직무의 협업생산성 순위가 두 직무 중 낮은 개별생산성 순위보다도 낮으면 직무담당자 모두에게 정해진 보상에서 일정금액을 감액한다. 또

는, Lazear, and Rosen(1981)의 “집단간 서수경쟁”을 유발하기 위해 협업생산성 순위가 두 직무 중 높은 개별생산성 순위보다 더 높으면 성과급을 지급한다. 상대 생산성을 이용한 이러한 보상체계는 집단벌칙을 피하기 위해서 노력하게 함으로써, 또는 높은 개별생산성 순위와의 경쟁에서 이기기 위하여 노력하게 함으로써 도덕적 해이를 억제한다. 이와 같이 오링효과나 시너지효과의 분석은 협업생산의 최적탐원 구성에 활용되어 생산성을 향상시킬 수 있으며, 상대생산성 측정은 보상체계 디자인에 활용되어 도덕적 해이를 줄일 수 있다.

〈Table 2〉 O-Ring and Synergy Effect Detection Using Rank Difference Between Team Productivity and Individual Productivity

Rank difference: team vs individual productivity of task $j$	Rank difference: team vs individual productivity of task $k$	Comparison of individual productivities: $P_j$ vs $P_k$	Presence of O-ring Effect	Presence of Synergy effect
+	+	$P_j > P_k$ $P_k > P_j$	Yes	There is large Synergy effect
		$P_j = P_k$	No	There is Synergy effect
-	-	$P_j > P_k$ $P_k > P_j$	Yes	There is no Synergy effect
		$P_j = P_k$	No	There is no Synergy effect
+	-	$P_j > P_k$	Yes	These cases cannot arise
-	+		Yes	There is low level of Synergy effect
-	+	$P_k > P_j$	Yes	These cases cannot arise
+	-		Yes	There is low level of Synergy effect

IV. 실증분석: 병원서비스의 상대생산성 측정

생산과정에서 협업을 잘 포착할 수 있는 산업이 비-배달(non-delivery) 서비스산업, 그 중에서도 의료서비스 산업이다(권명중, 2009). 의료서비스 산업에서는 전문 인력사이에 협업이 필요하고 또 이들 업무를 보조하는 인력들과도 협업이 필요하다. 이런 관점에서 의료서비스산업이 협업생산함수를 추정하기에 가장 적합한 사례

로 판단하여 실증사례로 선택하였다.

## 1. 변수의 측정 및 자료출처와 특성

### (1) 종속변수

협업생산함수를 측정하는 회귀방정식의 종속변수로 각 직무에 의해 서비스되는 시간단위 당 환자 수를 사용한다. 그런데 이 환자 수가 환자의 질환이 경증이나 중증이나에 따라 차이가 날 수 있다. 환자의 질환에 대한 자세한 자료가 없으므로 여기서는 대리변수로 외래환자와 입원환자로 경증환자와 중증환자를 구분한다. 시간단위를 년으로 하고 종속변수를 연간입원환자수와 연간외래환자수로 측정하여 식 (12)를 각각 추정해 보았다. 입원환자수를 종속변수로 추정했을 때 외래환자수의 추정과 비교해서 결정계수( $R^2 = 0.49$ )가 약 반으로 줄어든다. 추정결과를 보면 자본과 의사의 계수는 5% 수준에서 유의하지만 그 밖의 계수는 유의하지 않다. 반면에 외래환자수의 추정에서는 자본을 제외한 대부분의 계수가 5% 수준에서 유의하다. 이러한 결과는 치료시설이나 의료기기 등과 같은 자본이 외래환자보다는 입원환자의 진료 및 치료에 더 영향을 미친다는 점에서 현실을 반영한다. 그러나 입원환자수의 추정결과는 입원환자수가 병상수에 제약되어서, 연도별 입원환자수가 크게 변화하지 않는다는 사실에 더 영향을 받는 것으로 추측된다. 이 추측은 입원환자수와 외래환자수에 대한 연도별 산포도를 그려보았을 때 입원환자수가 거의 평행선으로 나타나는 것에 의해서 확인된다. 이런 문제점 때문에 많은 병원생산성 분석(안태식·박정식, 1997; 양동현·장영재, 2011)에서 연간외래환자와 연간입원환자의 합을 종속변수로 사용한다. 본 논문에서도 종속변수를 연간외래환자와 연간입원환자의 합으로 측정한다. 이렇게 측정된 종속변수를 바탕으로 계산된 직무별·협업별 생산성은 경증과 중증의 평균질환정도에 대해서 측정된 생산성이라고 해석한다.

### (2) 독립변수 및 통제변수

독립변수 중 자본은 다양한 방법으로 측정할 수 있다. 자본은 도구, 장비, 기계, 플랜트의 합으로 측정되는데, 재무제표와 같은 회계자료를 이용할 때는 유형자산을

사용한다. 그런데 지방의료원 연보에는 유형자산 연말잔액에 대한 자료가 1개년 자료밖에 확인이 안 되고, 대학병원 연보에는 재무제표 자료가 포함되어 있지 않다. 이런 문제 때문에 많은 선행연구(Banker, Conrad, and Strauss, 1986; 안태식·박정식, 1997; 김영희·조우현·안동환·박상우·정우진, 2005; 양동현·장영재, 2011)에서 장비, 기계 등과 일정한 비례 관계를 가지는 병상수를 자본의 대리변수로 사용한다. 본 연구에서도 병상수를 자본의 대리변수로 사용한다.

독립변수 중 노동은 이용 가능한 자료에 따라 의료직, 간호직, 보건직, 사무직, 약사직 및 기타인력으로 분류한다. 이 중에서 약사직무의 경우 외주를 주는 병원과 약제실을 직접 운영하는 병원이 있어서 약사 수가 병원규모에 비례하지 않는다. 또, 기타인력에 포함되는 직종이 병원마다 다르다. 따라서 이 두 노동은 직무별 노동에 포함시키지 않는다. 따라서 노동 중 의료직, 간호직, 보건직, 사무직을 직무별 노동으로 포함한다. 의료직을 나타내는 의사는 전체 의사 수에서 레지던트를 제외한 의사 수로 측정하며, 간호직을 나타내는 간호사도 전체 간호사 수에서 간호조무사를 제외한 간호사 수로 측정한다. 보건직은 방사선사, 물리치료사, 임상병리사의 합으로 측정한다. 사무직은 원무직과 사무직 등 행정업무를 하는 인원으로 측정한다. 또한 독립변수 중 두 직무사이의 협업노동은 직무별 각각 인원의 곱으로 측정한다.

통제변수 중 병원주변의 인구밀도는 병원이 특별·광역시나 수도권의 시에 위치하면 구의 인구로 측정하고, 병원이 도나 중소도시에 위치하면 시, 군의 인구로 측정한다. 소비자나 병원 사이의 거리는 해당 병원이 속한 시가 특별·광역시인 경우는 병원부터 구청까지 거리로, 군 또는 중소 시인 경우는 병원부터 군청 또는 시청까지의 거리로 측정한다.

식 (9)'에는 명시적으로 포함되어 있지 않지만 실증적인 관점에서 분석해보면 중소도시와 특별·광역시 또는 수도권의 시 사이에는 지역적 특성이 생산성에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 즉, 중소도시에 있는 병원은 의료직, 간호직, 보건직 인력의 확보가 어렵고, 중소도시에 있는 환자들은 교통의 발달로 인해 암과 같은 중증을 치료하기 위해서는 수도권이나 광역시의 병원으로 가는 경향이 있다. 이와 같은 중소도시의 공급 및 수요 특성은 수요를 축소시켜서 생산성에 영향을 미친다. 이런 지역적 특성을 통제하기 위해서 전체 표본에서 병원의 위치가 중소도시에 있으면 1, 그 밖의 도시에 있으면 0으로 측정한 지역더미변수를 사용한다. 다만 전체



표본 중에서 국립병원은 나머지 병원과 다르게 정신병 환자만을 전문적으로 치료하여 지역특성에 따른 수요제약이 상대적으로 덜 하므로 그 위치가 중소도시에 있더라도 0으로 측정한다.<sup>9)</sup>

전체표본은 국립병원, 국립의료원, 지방의료원, 국립대학병원, 사립대학병원, 적십자병원, 보훈병원 등 7개의 병원형태를 포함하고 있다. 이런 병원형태가 생산성에 미치는 영향을 통제하기 위해서 병원형태를 구별하는 더미를 사용할 수 있다. 그러나 표본수가 크지 않은 상태에서 여섯 개의 더미를 사용하면 자유도가 상대적으로 크게 감소한다. 그런데 제Ⅲ장 2절에서 설명한 바와 같이 상대생산성이 병원형태별로 구성된 세부표본을 대상으로 측정되기 때문에 병원형태에 의한 생산성 영향은 사후적으로 사라진다. 이런 점을 감안해서 병원형태 더미는 포함하지 않는다.

포괄적 기술진보는 데이터가 존재하는 2008년부터 2014년까지 7개의 구간에 대해서 1부터 7의 숫자를 할당하는 방식으로 측정한다.

### (3) 표본의 구성 및 자료 출처

각 병원의 연보와 정보공개청구시스템([www.open.go.kr](http://www.open.go.kr))을 통해 병상수, 의사수, 간호사수, 보건직수, 사무직수, 외래환자수, 입원환자수 등의 정보를 수집했다. 또한 KOSIS 국가통계포털에서 인구수, 경쟁병원수에 관한 정보를 수집했다. 마지막으로 이동거리는 지도상의 도상 거리로 측정했다.

본 연구는 병상수가 100개를 넘는 종합병원 이상의 병원을 분석대상으로 하였다. 협업은 분업을 전제로 하는데, 병원규모가 너무 작으면 분업의 정도와 범위가 제한되어 협업생산의 특징인 준가법성이 나타나지 않아 협업생산의 전제조건이 충족되지 않기 때문이다. 소규모 병원을 제외한 표본은 총 92개다.

지방의료원의 경우 연보와 정보공개청구시스템을 통해 확보한 자료 중 년도가 겹치는 2010년도 자료가 불일치를 보이는 병원이 다수 있어 시계열 자료의 연속성에서 큰 차이가 있는 병원들은 표본에서 탈락시켰다. 대부분의 자료는 2008년부터 2011년 사이의 3-4년 기간에 해당되고 일부 병원의 경우 2010년부터 2014년 기간의 자료가 사용된다. 따라서 표본은 불균형 패널자료이다.<sup>10)</sup> 한편, 병원간 동질성

9) 지방의료원이 대부분 중소도시에 위치하고 있어 지역더미와 거의 일치한다.

을 확보하기 위해 평균 병상수 443개를 훨씬 넘는 극단치인 아산병원 (2,715병상) 과 삼성병원 (2,080병상) 을 표본에서 제외시켰다. 이에 따라 최종 표본병원수는 86 개로 줄어든다. 현행 의료법 제3조에 따르면 병원급 의료기관을 기능에 따라 상급 종합병원, 종합병원, 병원으로 구분하고 각각의 병원에 대해 진료과목, 인력, 시설, 장비의 요건을 다르게 적용하고 있는데 이러한 차별적 규제는 병원 생산성에 영향을 미칠 가능성이 있다.<sup>11)</sup> 이런 문제를 최소화하기 위해 식 (4) 와 식 (6) 에서 포괄적 기술변화에 따른 병원간 기술차이와 병원의 개별적 특성차이를 사전적으로 통제하였다. 아래 <Table 3>은 추정에 사용된 변수의 기초 통계량을 보여준다.

<Table 3> Summary Statistics of Variables<sup>12)</sup>

Variables	Avg.	S. D.	Variables	Avg.	S. D.
Total patients treated (log)	12.59	0.94	Doctor*Nurse	51,550	173,090
Total patients treated (persons)	425,669	371,812	Doctor*PM	15,288	57,645
No. of bed (log)	5.87	0.69	Doctor*OW	10,422	30,283
No. of bed	443.13	298.92	Nurse*PM	34,592	101,046
No. of doctors (log)	3.63	1.19	Nurse*OW	23,412	56,932
No. of doctors (persons)	84.79	142.43	OW*PM	6,753	16,531
No. of nurses (log)	4.92	0.96	Population (log)	12.32	0.72
No. of nurses (persons)	224.91	264.82	Population (persons)	284,146	194,523
No. of paramedics (log)	3.65	1	Distance (log)	0.85	0.89
No. of paramedics (persons)	64.99	78.85	Distance (km)	3.45	3.53
No. of office workers (log)	3.51	0.87	Technological progress	3.72	1.82
No. of office workers (persons)	50.11	55.49	-	-	-

Note: PM=paramedic, OW=office workers.

10) 병원들 사이에 측정기간이 일치하지 않음으로써 일어날 수 있는 추정의 편의(bias) 문제는 다음의 세 가지를 고려했을 때 크지 않을 것으로 추측된다. 첫째, 추정에 사용된 변수 모두가 실질변수다. 즉, 시간의 변화에 따라 변환이 필요 없는 변수다. 둘째, 시간의 변화에 따른 외부영향은 분석기간 동안의 각 년도를 변수로 사용한  $\tau$ 와 시간의 변화를 포함한 임의효과를 측정하는 변수에 의해서 통제가 된다.

11) 예를 들면, 상급종합병원은 상당수준의 의료기술을 요하는 진료를 해야 하며, 종합병원은 100개 이상의 병상과 최소한 7개 진료과목을 운영해야 하고, 병원은 30개 이상의 병상을 갖추어야 한다. 서로 다른 병원급에 요구하는 다른 수준의 인력, 시설, 장비는 생산성에 다르게 영향을 미칠 가능성이 있다.

12) 표의 숫자는 1/100로 규모를 축소하지 않은 원자료를 기준으로 계산한 것이다.

#### (4) 변수간 상관관계

〈Table 4〉는 변수들간 상관관계를 보여주는데 통제변수들은 상관계수가 0.4이하로 낮은 수치를 보이는 데 반해 직무별 투입인력 사이에, 또한 협업별 투입인력 사이에 높은 상관관계를 보이고 있다. 이러한 특성은 생산요소간 일정한 비율을 갖는 Leontief 협업생산함수의 특성을 잘 나타낸다. 이런 높은 상관관계는 회귀분석에서 다중공선성을 일으킬 수 있는데, 이 문제에 대해서는 아래에서 더 자세히 논의하기로 한다.

〈Table 4〉 Correlation Coefficient Among Independent Variables

	Bed	Doc	Nur	PM	OW	Doc* Nur	Doc* PM	Doc* OW	Nur* PM	Nur* OW	OW* PM	Pop	Dist	Tech
Bed	1													
Doc	0.69*	1												
Nur	0.84*	0.92*	1											
PM	0.70*	0.88*	0.91*	1										
OW	0.78*	0.86*	0.88*	0.84*	1									
Doc*Nur	0.45*	0.58*	0.54*	0.53*	0.50*	1								
Doc*PM	0.41*	0.53*	0.49*	0.49*	0.45*	0.98*	1							
Doc*OW	0.49*	0.64*	0.58*	0.57*	0.62*	0.88*	0.84*	1						
Nur*PM	0.49*	0.58*	0.60*	0.59*	0.54*	0.95*	0.93*	0.82*	1					
Nur*OW	0.55*	0.66*	0.67*	0.64*	0.67*	0.83*	0.77*	0.89*	0.90*	1				
OW*PM	0.55	0.66*	0.66*	0.65*	0.66*	0.88*	0.84*	0.91*	0.94*	0.98*	1			
Pop	0.38*	0.39*	0.43*	0.40*	0.34*	0.10	0.08	0.12*	0.09	0.12	0.11	1		
Dist	0.27*	-0.05*	0.03	-0.06	0.11	0.03	0.03	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	0.19*	1	
Tech	0.36*	0.30*	0.36*	0.30*	0.25*	0.16*	0.14*	0.18*	0.18*	0.21*	0.20*	0.21*	0.11	1

Note: Doc=doctor, Nur=nurse, PM=paramedic, OW=office worker, Pop=population, Dist=Distance, Tech=technology; \* significant at 5%.

## 2. 협업생산함수의 추정

본 절에서는 병원 데이터를 이용하여 회귀방정식 (9)'를 추정하였다. 〈Table 5〉가 추정결과를 나타낸다. 식 (9)'는 기존의 일반생산함수에 비하면 기술, 수요제약과 협업생산부분이 포함되어 있다는 차별성을 가지고 있다. 이러한 차별성을 확인

하기 위해서 전체 표본을 대상으로 일반생산함수(〈Table 5〉의 열1), 기술변화가 포함된 일반생산함수(열2), 수요제약만 포함된 생산함수(열3), 기술변화, 수요제약, 협업생산 모두 포함된 협업생산함수(열4)를 각각 추정하고 그 결과를 비교하였다.

모든 추정에서 Breusch and Pagan 라그랑지 승수검정은 1% 유의수준에서 패널 자료의 개별효과를 고려한 추정방법이 적합함을 보여준다. 또한 Hausman 검정은 1% 유의수준에서 1열과 2열의 회귀방정식에 대해서는 고정효과가 적합하고, 3열과 4열의 회귀방정식에 대해서는 임의효과가 적합함을 나타낸다. 이것은 1열과 2열은 독립변수와 개별효과간 상관관계가 존재하고, 3열과 4열은 독립변수와 개별효과간 상관관계가 존재하지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 일치 추정치를 얻기 위하여 1열과 2열은 WG추정방법을 사용하였고, 3열과 4열에 대해서는 임의효과 GLS 추정방법을 사용하였다. 통계패키지는 Stata 14를 사용하였다.

상기한 바와 같이 Leontief 협업생산함수의 특성상 직무별 투입인력 사이에, 또한 협업별 투입인력 사이에 높은 상관관계수가 존재하는데 이로 인해 다중공선성문제가 있을 수 있다. 다중공선성의 존재여부를 점검하기 위해 먼저  $R^2$ 과  $t$ 값을 점검하였다.  $R^2$ 는 0.805로 상당히 높고 직무별 노동변수의  $t$ 값도 매우 높게 나타났다(〈Table 5〉 참조). 또한, 회귀계수의 불안정성을 점검하기 위해서 상관관계수가 높은 변수를 하나씩 빼고 추정을 다시 하였다. 이때 나머지 변수들의  $t$ -검정 통계치 값이 크게 떨어지는 경우가 나타나지 않았다. 이런 사실로부터 직무별, 협업변수별 높은 상관관계에도 불구하고 다중공선성의 정도가 높지 않다고 추론한다.

1열의 추정은 노동이 세부직무노동으로 나뉜 것을 제외하면 Cobb Douglas 생산함수에 자본과 노동이 포함된 전형적인 일반생산함수의 형태다. 1열의 일반생산함수 계수와 4열의 협업생산함수 계수를 비교하면, 자본의 계수는 일치하지만 직무노동의 계수에서 의미 있는 차이가 나타난다. 노동계수를 비교하면 일반생산함수의 의료직, 보건직, 간호직 계수는 협업생산함수에 비해 과소 추정되고 사무직계수는 과다추정 되었음을 보여준다. 한편, 세부직무노동계수의 합을 비교하면 일반생산함수는 0.463, 협업생산함수는 0.612로, 일반생산함수에서 노동계수가 전반적으로 과소 측정되는 것으로 나타난다. 이러한 사실은 현장의 협업생산양식이 반영되지 않은 일반생산함수에 의한 생산성측정은 오류를 범할 가능성이 높음을 확인해준다.

나아가 〈Table 5〉 1열의 일반생산함수 계수들과 2와 3열의 일반생산함수에 기술, 수요제약을 포함해서 추정한 계수들을 비교해보면 계수의 크기에서 확실하게

&lt;Table 5&gt; Results of WG (Columns 1 &amp; 2) and GLS (Columns 3 &amp; 4) Estimations

Variables	Cobb-Douglas	Cobb-Douglas + tech	Cobb-Douglas + demand constraint	Team production + tech + demand constraint
$\alpha_{00}$ (Bed)	0.225*** (3.27)	0.258*** (4.01)	0.215*** (3.50)	0.225*** (3.66)
$\alpha_{11}$ (Doctor)	0.162*** (3.03)	0.078 (1.48)	0.276*** (6.33)	0.282*** (6.12)
$\alpha_{22}$ (Nurse)	0.087** (2.23)	0.062* (1.69)	0.115*** (3.04)	0.110*** (2.66)
$\alpha_{33}$ (PM)	0.096** (2.50)	0.040 (1.08)	0.098*** (2.64)	0.129*** (2.72)
$\alpha_{44}$ (OW)	0.118** (2.43)	0.065 (1.39)	0.111** (2.56)	0.091* (1.78)
$\alpha_{12}$ (Doctor*Nurse)	-	-	-	-0.016 (-0.90)
$\alpha_{13}$ (Doctor*PM)	-	-	-	0.107* (1.84)
$\alpha_{14}$ (Doctor*OW)	-	-	-	-0.092** (-1.99)
$\alpha_{23}$ (Nurse*OW)	-	-	-	-0.042** (-1.97)
$\alpha_{24}$ (Nurse*OW)	-	-	-	0.084* (1.73)
$\alpha_{34}$ (OW*PM)	-	-	-	-0.057 (-0.32)
$\beta_1$ (Population)	-	-	0.161** (2.38)	0.157** (2.24)
$\beta_2$ (Distance)	-	-	-0.107** (-1.98)	-0.101* (-1.83)
$\rho$ (Technology)	-	2.636*** (5.14)	1.394*** (2.82)	1.476*** (2.95)
Regional Dummy	-	-	0.187* (1.73)	0.186* (1.70)
$\beta_0$ (Constant)	8.053*** (68.19)	7.727*** (60.93)	6.338*** (10.04)	6.403*** (9.71)
$R^2$	0.764	0.695	0.808	0.816
Prob. Chi2( $\chi^2$ )	13.08***	17.01***	509.63***	512.17***
Hausman test	50.37*** (FE)	52.27*** (FE)	3.80 (RE)	4.17 (RE)
Number of Groups	86	86	86	86
Obs.	254	254	254	254

Note: Numbers in ( ) are t-values.

\*significant at 10%, \*\*significant at 5%, \*\*\* significant at 1%.

차이가 나는 것을 알 수 있다. 또한, 기술과 수요제약을 나타내는 변수의 계수들이 모두 5% 내외 수준에서 통계적으로 유의하다. 이는 기술수준이나 수요제약을 고려하지 않고 병원서비스의 생산성을 측정한다면 생산성측정에 편의가 발생함을 의미한다.

〈Table 5〉 4열의 추정치 기술, 수요제약, 협업생산을 모두 포함하고 있기 때문에 아래에서는 4열의 추정결과를 중심으로 논의를 진행한다. 4열의 회귀방정식에 대한 Wald 검정 ( $\chi^2=512.17$ )은 “식 (9)’의 모든 설명변수의 계수가 0이다”라는 귀무가설을 1% 수준에서 기각한다. 결정계수,  $R^2$ 은 0.816이다.

#### (1) 자본과 직무별 노동이 생산성에 미치는 영향

자본의 대리변수인 병상수와 직무별 노동인 의료직, 간호직, 보건직 및 사무직의 개별노동 계수는 모두 모형에서 예측한 대로 양(+)의 부호를 나타낸다. 사무직 계수를 제외한 모든 계수가 1% 수준에서 통계적으로 유의하고, 사무직 계수는 10% 수준에서 통계적으로 유의하다. 자본계수는 0.225로 나타나고, 직무별 노동계수를 보면 의료직계수 0.282, 간호직계수 0.11, 보건직계수 0.129, 사무직계수 0.091이다. 식 (9)’가 로그함수 이므로 이 계수들은 생산요소의 생산량에 대한 탄력성을 나타낸다. 즉, 의사의 투입을 1%로 증가시켰을 때 생산량의 퍼센트 증가량은 간호사, 보건직, 사무직을 각각 1% 증가시켰을 때와 비교해서 각각 2.56배, 2.18배, 3.09배 더 높게 나타난다. 의사의 부가가치창출 기여가 다른 직무보다 훨씬 크고, 간호직, 보건직, 사무직 사이의 부가가치 창출정도는 서로 비슷하게 나타난다. 자본계수와 직무의 개별 및 협업계수 총합의 비율은 1:2.72이다. 이것은 노동의 부가가치창출 기여가 자본보다 훨씬 크다는 것을 의미한다.

자본이 비선형적으로 생산량에 영향을 줄 가능성을 점검하기 위해 종속변수와 설명변수 사이의 회귀식에 자본변수를 제곱항과 세제곱항을 각각 넣고 추정을 하였다. 그리고 추정결과를 바탕으로 비선형성검증을 각각 실시하였다. 검정결과 ( $\chi^2 = [18.84(x_0), 19.1(x_{02})]$ ,  $\chi^2 = [16.31(x_0), 16.64(x_{02}), 22.73(x_{03})]$ )는 95% 수준과, 90% 수준에서 비선형성에 대한 귀무가설을 기각한다. 그래프에 의한 분석도 비슷한 결과를 보여준다.<sup>13)</sup>

## (2) 협업노동이 생산성에 미치는 영향

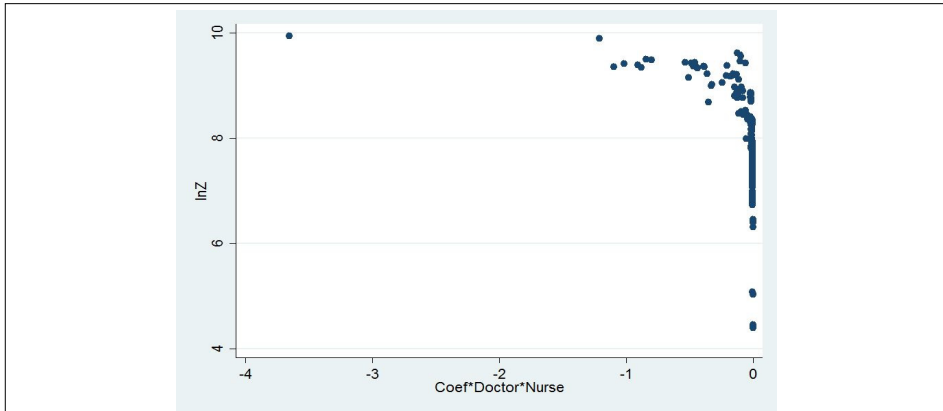
협업노동의 생산량은 시너지효과, 오링효과, 도덕적 해이에 의해서 영향을 받는다. 그러나 이용한 가능한 데이터의 한계로 각각의 효과를 분리해서 측정할 수 없다. 관찰할 수 있는 것은 이 세 효과의 합으로 나타난 생산량의 증감이다. 그 결과가 양(+)이 될 수도 있고 또 음(-)이 될 수도 있으므로 협업노동(교차항) 계수의 부호는 사전적으로 예측할 수 없다. 그러나 제Ⅱ장에서 논의한 바와 같이 의료서비스의 경우 시너지효과와 오링효과를 직무간 협업내용에 적용하고 직무간 연계직무가 없는 경우를 가려내어 협업노동 계수를 다음과 같이 예측하였다: 의사-간호:  $a_{12} \leq 0$ , 의사-보건:  $a_{13} \leq 0$ , 의사-사무:  $a_{14} < 0$ , 간호-보건:  $a_{23} < 0$ , 간호-사무:  $a_{24} \leq 0$ , 사무-보건:  $a_{34}$  - 통계적으로 유의하지 않음. 추정 결과 6개의 직무간 협업노동 계수는 모두 예측한 부호를 가진다. 각 계수의 통계적 유의성을 살펴보면 의료직과 간호직의 협업과 사무직과 보건직 사이의 협업에 관한 계수는 통계적으로 유의하지 않다. 의료직과 보건직, 간호직과 사무직의 협업에 대한 계수는 10% 수준에서 유의하며, 의료직과 사무직, 간호직과 보건직의 협업에 대한 계수는 5% 수준에서 유의하다.

여기서 하나의 당혹스러운 결과는 의료직과 간호직간의 협업계수가 유의하지 않은 것이다. 의료서비스에서 의사와 간호사의 협업이 가장 중요한 협업 중에 하나이기 때문에 이런 통계적 결과를 의료직과 간호직간의 협업이 의료서비스의 생산에 영향을 미치지 않는다고 해석하는 것은 무리가 있다. 통계적으로 유의하지 않은 결과는 대다수 병원들에 대해서 시너지효과와 오링효과가 상쇄되어 생산량증감이 일어나지 않거나 또는 시너지효과와 오링효과와 혼합에 의한 생산량증감이 어떤 방향성을 가질 수 없을 정도로 무작위하게 퍼져 있을 가능성에 기인한다. 이런 가능성을 검증하기 위해서 아래 <Figure 2>에서 보는 바와 같이 각 병원의 종속변수 값과 의료와 간호의 협업에 의해서 이루어진 추정된 생산량증감 값 사이의 관계를 좌표로 찍어 보았다. 표본의 상당수 병원이 의료와 간호의 협업에 의한 생산량증감이 0'에 몰려있다. 이러한 결과는 의사-간호 협업노동계수가 통계적 유의성이 없는 것으로 나타나는 것이 시너지효과와 오링효과와 상쇄효과에 기인할 가능성이 있다는 추

13) 그래프 분석에 관한 자료는 저자에게 요청 시 제공가능하다.

측을 지지한다.

〈Figure 2〉 Correlation between the Dependent Variable and Effect on the Productivity of Doctor-Nurse Team Production



통계적으로 유의한 항들의 계수의 합은 ‘+0.057’이다. 이것은 협업생산함수가 식 (2)에서 규정한 협업생산함수의 존재조건인 준가법성을 만족시킨다는 것을 의미한다. 즉, 전체적으로 협업생산이 부가적으로 생산증가에 기여하는 것으로 해석할 수 있다.

#### (3) 포괄적 기술변화가 생산성에 미치는 영향

기술변화는 개별병원이 신기술을 구입함으로 일어날 수도 있고, 의료기술의 전반적인 개선이 파급효과를 통해 개별병원에 기술변화를 유인할 수도 있다. 식 (9)’는 기술변화 변수로 포괄적 기술진보를 채택한다. 포괄적 기술진보계수는 예측한 대로 양(+)의 부호를 가지고 1% 수준에서 통계적으로 유의하다. 즉, 기술변화가 생산성증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되며 그 정도 또한 다른 어떤 설명변수에 의한 생산성 증가보다 크다.

#### (4) 수요제약이 생산성에 미치는 영향

서비스 생산을 제약하는 두 개의 수요변수계수(인구밀도와 소비자이동비용)는 예



측한 대로 각각 양(+)과 음(-)의 부호를 가지고 두 계수 모두 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의하다. 또한 지역더미도 양(+)의 부호를 가지고 10%의 유의수준에서 통계적으로 유의하다. 통제변수로 사용된 수요변수의 계수가 예측된 부호와 통계적 유의성을 가진다는 사실은 수요가 생산성에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 즉, 수요변수 계수는 각각 0.157과 -0.101로서 두 계수 절대 값의 합이 약 0.258이므로, 수요변수 계수의 1%증가가 생산량의 약 0.26% 증가를 유인한다.

#### (5) 병원고유의 특성이 생산성에 미치는 영향

병원은 기관의 설립목적, 경영진의 능력, 사내문화 등 여러 가지 면에서 이질적이다. 이런 개별적 특성이 생산에 영향을 미치고, 그 특성이 시간적으로 다르게 나타날 수 있다. 식 (9)'는 이렇게 특정되지 않은 개별적 특성을 통제하는 개별효과가 포함되도록 구축되었다. Hausman 검정결과( $\chi^2 = 4.17$ )는 임의효과의 영향을 확인한다. 또한 식 (9)'를 개별효과가 포함되지 않은 OLS로 추정했을 때 많은 변수들의 계수가 부호와 유의성에서 임의효과 GLS 추정치와 달라지는 것을 확인하였다. 이러한 사실들은 병원고유의 특성이 생산성에 영향을 미치고 있음을 나타낸다.

### 4. 상대생산성의 측정 및 분석

#### (1) 개별병원의 직무별 상대생산성 비교

86개의 병원을 대상으로 식(11)에서 정의된 상대생산성을 측정하였다. 식 (11)의 상대생산성을 계산할 때 식 (9)'의 회귀방정식 추정결과에서 통계적으로 유의한 계수를 포함하는 것을 원칙으로 한다. 그 결과 의료직과 간호직 그리고 사무직과 보건직 사이의 협업생산이 상대생산성 측정에 빠진다. 제II장에서 설명한 바와 같이 사무직과 보건직은 협업을 위한 연계직무가 없으므로 사전적으로 상대생산성 측정에 제외하는 것이 합리적이다. 그러나 위의 2)절에서 보여준 바와 같이 의료직과 간호직의 협업은 통계적으로 유의하지 않지만, 이런 결과는 시너지효과와 오링효과와 상쇄에 기인할 가능성이 크므로 의료직과 간호직의 협업생산은 상대생산성 측정에 포함한다.

측정된 상대생산성을 병원의 특성에 따라 7개의 세부집단으로 나누고, 각 세부집단 내 상대생산성 순위를 매겼다(〈부록 1〉 참고). 이론적으로는 식(12)에 따라 세부표본 내 표준분포상 순위를 매기는 것이 맞지만 세부집단의 표본 수가 작아 정규분포를 따르지 않는 경우가 있어 단순 순위로 비교한다. 부록 〈Table 1〉에 있는 몇 개의 병원을 무작위로 선택해서 개별병원의 직무 간 생산성을 비교해보자.

41번 병원의 의료직, 간호직, 보건직, 사무직의 9개 국립대병원내 상대생산성은 각각 상위 8, 7, 7, 6위이고, 의사-보건, 의사-사무, 간호-보건, 간호-사무 사이의 협업생산의 상대생산성은 각각 상위 8, 7, 7, 7위이다. 59번 병원 의료직, 간호직, 보건직, 사무직의 34개 지방의료원 내 상대생산성은 각각 상위 13, 5, 9, 22위이고, 의사-보건, 의사-사무, 간호-보건, 간호-사무 사이의 협업생산의 상대생산성은 각각 상위 7, 12, 6, 9위이다. 41번 병원의 경우 개별생산의 직무별 생산성 순위간 거의 차이가 나지 않고, 의사와 간호사가 각각 주도하는 협업생산들 사이에서도 생산성순위가 비슷하다. 반면에 59번 병원의 경우 개별생산과 협업생산 모두 직무별 생산성순위가 차이가 난다. 이와 같이 상대생산성을 통해서 동질의 병원집단 내에서 직무별 생산성의 상대적 위치를 가늠할 수 있고, 개별병원의 직무별 생산성을 서로 비교할 수도 있다.

동질성을 가늠하는 세부집단의 특징(예컨대 병원설립형태 등)이 생산성에 미치는 효과를 알아보기 위해 86개 병원을 대상으로 식(12)의 상대생산성( $RRP_{ijk}$ : %)을 측정하고, 그 결과를 〈Table 6〉에 세부병원집단별 평균 상대생산성으로 요약하였다. 세부병원집단별 상대생산성지표를 살펴보면 각각의 집단이 특정 순위에 몰려 있는 것을 알 수 있다. 예를 들면, 지방의료원은 20%대에, 보훈병원은 40%대에, 국립의료원은 50%대에, 사립대병원은 60%대에, 국립대병원은 70%대에 주로 몰려있다. 이와 같은 사실은 병원별 특성이 상대생산성에 영향을 미치고 있음을 암시한다. 이러한 사실을 구체적으로 확인하기 위해 〈Table 6〉의 상대생산성 분포에서 주로 상위 20% 내에 있는 국립병원과 적십자병원을 사례로 분석해보았다. 먼저 국립병원은 다른 병원집단의 진료과목과 다르게 정신질환자를 전문적으로 치료하는 병원이다. 따라서 진료와 치료가 의료장비나 물리적 검사에 덜 의존하기 때문에 상대적으로 환자 수 대비 의사와 보건직 수가 적고, 협업업무도 단순하게 구성되어 있다. 즉, 의사 및 보건직의 개별 및 협업생산의 생산성이 높게 나올 수밖에 없는 구조다. 적십자병원은 적십자정신을 바탕으로 인도주의의 실현을 목적으로 설립한

공공병원이다. 이 병원은 누구나 진료를 받을 수 있지만 주로 의료취약계층 진료와 치료를 목적으로 한다. 병원에서 담당하기 어려운 고난도 환자는 서울대병원으로 이송하고 난이도가 높지 않은 외래진료환자에 집중하기 때문에 사무직(원무직)이나 의사 수에 비해 외래환자가 상대적으로 많은 편이다. 즉, 개별 의사나 사무직의 능력에 따른 생산성과 별개로, 개별 및 협업생산에서 사무직과 의사의 생산성이 높게 나올 수밖에 없는 구조다. 이와 같은 사례분석으로부터 병원설립목적과 같은 세부 집단의 특징이 생산성에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 본 논문에서 고안한 상대생산성 측정지표가 동질집단 내의 각 병원의 생산성을 가늠할 수 있게 할 뿐만 아니라 이질집단간의 생산성 차이도 가늠할 수 있게 함을 확인해준다.

〈Table 6〉 Average Relative Productivities of Team and Individual Production  
by Hospital Types and Tasks

Hospital Type	Doctor	Nurse	PM	OW	Doc-PM	Doc-OW	Nur-PM	Nur-OW
	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)	RRP <sub>ijk</sub> (%)
National Hospital	10.0	28.0	8.0	35.1	7.7	15.3	11.7	20.8
National Medical Center	52.0	53.0	61.0	54.5	53.5	52.5	55.5	52.0
National University Hospital	77.0	71.8	73.0	68.6	75.9	74.7	74.3	72.9
Private University Hospital	65.4	66.2	61.8	62.9	63.9	65.4	63.2	64.6
Regional Public Hospital	28.2	24.5	28.9	27.3	28.4	27.5	27.8	26.9
Veterans Hospital	42.8	45.0	47.6	50.6	48.6	49.4	50.0	52.2
Red Cross Hospital	16.5	19.5	34.0	3.2	22.2	10.5	25.7	7.5

## (2) 협업생산의 오링효과 및 시너지효과 분석

표본수가 각각 34개인 지방의료원과 대학병원 집단을 대상으로 〈Figure 1〉의 의

료서비스 협업구성과도 <Table 2>의 판별표를 적용해서 협업생산에서 시너지효과와 오링효과 존재여부를 분석한다. 그 결과를 <Table 7>에 요약한다. <Figure 1>의 의료서비스 협업구성에 따르면 의료-사무와 간호-보건 간에는 협업업무가 없으므로, 독자들의 혼동을 피하기 위하여 <Table 7>의 의료-사무와 간호-보건 행에서 시너지효과를 빈칸으로 남겨둔다. <Table 7>로부터 먼저, 직무간 협업생산에서 나타나는 오링효과와 시너지 효과를 하나씩 분석해보자. 첫째, 지방의료원과 대학병원 사이에 직무간 오링효과를 비교해보면 오링효과에 대해서 두 가지 특성을 추론할 수 있다. 하나는, 직무간 협업생산 중에서 간호와 보건사이에 오링효과가 가장 낮게 나타나고, 의료와 간호사이에 오링효과가 높게 나타난다. 이런 결과는 간호직이나 보건직 모두 국가자격증을 통해서 노동의 질이 비슷하게 통제되는 것에 기인하는 것으로 평가된다. 의료와 간호 사이의 높은 오링효과는 개인의 생산성차이 보다는 협업업무의 다양성에 기인하는 것으로 추측된다. 의료와 간호를 제외한 다른 직무사이의 협업업무는 1-2개에 불과한데 반해, 의료와 간호 협업업무는 그 종류가 훨씬 많다. 다양한 업무가 동시에 이루어지면서 단위업무별 생산성차이가 합해져서 생산성격차가 크게 벌어지는 것으로 평가된다. 또 다른 하나는, 병원의 특성이 오링효과 크기에 영향을 미친다는 점이다. 대학병원의 경우 의사와 협업을 하는 직무 모두가 의사를 제외한 직무간 협업보다 오링효과가 크게 높을 뿐만 아니라 지방의료원의 동일 협업과 비교해서도 오링효과가 큰 차이로 높다. 이것은 대학병원에 남는 의료진이 경쟁을 통해서 결정되므로 의료진과 다른 직무와의 생산성 격차, 그리고 대학병원 의료진과 지방병원 의료진과 생산성 격차가 커지는 것과 관련이 있을 것으로 추측된다. 둘째, 시너지 효과는 서로 다른 직무간 협업생산 사이에 큰 차이를 보이지 않는다. 이것은 의료서비스 분업도를 통해서 연계직무가 없는 직무간 협업을 제외한 것에 기인하는 것으로 평가된다.

이제, 오링효과와 시너지효과를 연계해서 분석해보자. 오링효과가 없는 경우 중에 54%가 시너지효과가 있고, 오링효과가 있는 경우 중에 78%가 시너지효과가 있다. 이것은 협업에 참여하는 직무노동 사이에 개별생산성이 차이가 나는 경우가 차이가 나지 않는 경우 보다 시너지효과를 나타낼 가능성이 1.4배 이상 높다는 것을 의미한다. 이와 같은 실증결과는 팀 구성원 사이의 개별생산성 격차가 클수록 협업생산성이 높아진다는 Hamilton, Nickerson, and Owan (2003)의 연구결과를 지원한다.

〈Table 7〉 O-Ring and Synergy Effect

	Regional Public Hospitals					University Hospitals				
	O-ring effect			Synergy effect		O-ring effect			Synergy effect	
Doc · PM	No	Doc=PM	11 (32.4%)	Yes	4 (11.8%)	No	Doc=PM	4 (11.8%)	Yes	1 (2.9%)
				No	7 (20.6%)				No	3 (8.8%)
	Yes	Doc>PM	10 (29.4%)	Yes	9 (26.5%)	Yes	Doc>PM	16 (47.1%)	Yes	12 (35.3%)
				No	1 (2.9%)				No	4 (11.8%)
		PM>Doc	13 (38.2%)	Yes	10 (29.4%)		PM>Doc	14 (41.2%)	Yes	12 (35.3%)
				No	3 (8.8%)				No	2 (5.9%)
No (32.4%), Yes (67.6%)			Yes (67.6%), No (32.4%)		No (11.8%), Yes (88.2%)			Yes (73.5%), No (26.5%)		
Doc · OW	No	Doc=OW	9 (26.5%)	Yes	-	No	Doc=OW	2 (5.9%)	Yes	-
				No	-				No	-
	Yes	Doc>OW	13 (38.2%)	Yes	-	Yes	Doc>OW	17 (50%)	Yes	-
				No	-				No	-
		OW>Doc	12 (35.3%)	Yes	-		OW>Doc	15 (44.1%)	Yes	-
				No	-				No	-
No (26.5%), Yes (73.5%)			-		No (5.9%), Yes (94.1%)			-		
Nur · PM	No	Nur=PM	12 (35.3%)	Yes	-	No	Nur=PM	12 (35.3%)	Yes	-
				No	-				No	-
	Yes	Nur>PM	11 (32.4%)	Yes	-	Yes	Nur>PM	11 (32.4%)	Yes	-
				No	-				No	-
		PM>Nur	11 (32.4%)	Yes	-		PM>Nur	11 (32.4%)	Yes	-
				No	-				No	-
No (35.3%), Yes (64.7%)			-		No (35.3%), Yes (64.7%)			-		
Nur · OW	No	Nur=OW	6 (17.6%)	Yes	4 (11.8%)	No	Nur=OW	7 (20.6%)	Yes	2 (5.9%)
				No	2 (5.9%)				No	5 (14.7%)
	Yes	Nur>OW	17 (50%)	Yes	14 (41.2%)	Yes	Nur>OW	14 (41.2%)	Yes	10 (29.4%)
				No	3 (8.8%)				No	4 (11.8%)
		OW>Nur	11 (32.4%)	Yes	8 (23.5%)		OW>Nur	13 (38.2%)	Yes	10 (29.4%)
				No	3 (8.8%)				No	3 (8.8%)
No (17.6%), Yes (82.4%)			Yes (76.5%), No (23.5%)		No (20.6%), Yes (79.4%)			Yes (64.7%), No (35.3%)		
Doc · Nur	No	Doc=Nur	5 (14.7%)	Yes	4 (11.8%)	No	Doc=Nur	3 (8.8%)	Yes	0 (0%)
				No	1 (2.9%)				No	3 (8.8%)
	Yes	Doc>Nur	13 (38.2%)	Yes	10 (29.4%)	Yes	Doc>Nur	19 (55.9%)	Yes	12 (35.3%)
				No	3 (8.8%)				No	7 (20.6%)
		Nur>Doc	16 (47.1%)	Yes	12 (35.3%)		Nur>Doc	12 (35.3%)	Yes	12 (35.3%)
				No	4 (11.8%)				No	0 (0%)
No (14.7%), Yes (85.3%)			Yes (76.5%), No (23.5%)		No (8.8%), Yes (91.2%)			Yes (70.6%), No (29.4%)		
Total	No (25.3%), Yes (74.7%)			Yes (83.5%), No (16.5%)		No (28.2%), Yes (71.8%)			Yes (67.1%), No (32.9%)	

Note: Values in the table refer to the number of cases where O-ring and Synergy effects are found. Numbers in ( ) refers to the proportion of such cases out of total number of hospitals subject to study.

마지막으로, 〈Table 7〉의 상대생산성 측정에 의한 협업생산성 분석과 〈Table 5〉의 회귀분석에 의한 협업생산성 분석을 비교해보자. 〈Table 5〉의 회귀분석은 한계생산성 측정에 의한 정량분석이고, 〈Table 7〉은 상대생산성 순위비교에 의한 정성분석이다. 또한 회귀분석은 86개 병원 254개의 표본을 대상으로 하였고, 상대생산성 비교분석은 비교적 질이 비슷한 68개의 병원을 대상으로 하였다. 따라서 평면적으로 두 분석의 결과가 일치하기를 기대하기는 어렵다. 그럼에도 불구하고, 의료-보건, 간호-보건, 의료-간호의 경우 회귀분석이 음의 계수부호를 갖는 것과 상대비교분석의 오링효과와 시너지효과의 합이 음의 값을 갖는 것이 일치한다. 이런 결과로부터 회귀분석의 계수부호에 대한 이유를 추론할 수 있다. 즉, 의료-보건, 간호-보건의 경우 협업에서 시너지효과 없이 오링효과가 지배하기 때문에 음의 계수가 나오고, 의료와 간호의 경우는 약간의 차이로 오링효과가 시너지효과를 능가하기 때문에 음의 계수가 나온다. 의사-보건과 간호-사무의 경우 회귀분석과 상대생산성 비교분석의 결과가 일치하지 않는다. 이것은 위에서 살펴보았듯이 병원의 특성이나 사무직무의 특성으로 인해 개별생산성 차가 커지는 것에 기인하는 것으로 추측된다.

## V. 결 론

생산성은 장기적인 소득수준을 가늠하는 지표다. 생산성 향상은 생활수준의 개선을 의미하므로 기업과 정부차원에서 생산성 향상을 위한 다양한 노력이 진행되어 왔다. 이런 관점에서 보면, 생산현장의 대표적 생산방식인 협업생산에서 협업의 효과가 생산성 측정에 명시적으로 반영되지 않았다는 것, 또한 협업생산에 대한 연구가 충분히 이루어지지 않았다는 것은 예상 밖이다. 본 연구에서는 협업생산의 특성이 반영된 생산함수를 구축하고, 이 함수를 바탕으로 회귀분석에 의한 방법으로 생산성을 측정하였다. 그러나 회귀분석 방법만으로는 협업생산의 특성을 분석하기 어렵고, 특히 평균생산성분석에서 신뢰성을 확보하기 어렵다. 이에 회귀분석을 보완하는 방법으로 상대생산성 측정을 고안하였다.

이러한 방법론에 의거하여 100병상 이상의 86개 종합병원에 대한 254개의 불균형 패널자료를 대상으로 실증분석을 통해 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 협업생산함수의 회귀분석결과는 다음과 같다: ① 협업생산함수와 협업생산이 포함되지

않는 생산함수의 추정결과를 비교해보면 직무노동의 계수에서 의미 있는 차이가 있다. ② 협업생산함수 존재의 필요조건인 준가법성이 존재한다. 즉, 협업에 의해 시너지 효과가 발생한다. ③ 수요제약이 생산성에 영향을 미친다. ④ 기술수준과 병원 간 이질성이 생산성에 영향을 미친다.

둘째, 상대생산성 측정방식으로 개별병원의 평균생산성을 분석한 결과는 다음과 같다: ① 개별병원의 개별 및 협업생산에 참여하는 직무노동간 생산성비교가 가능하다. ② 간호-보건 협업생산에서 오링효과가 낮고, 의료-간호 협업생산에서 오링효과가 높다. ③ 의료-사무와 간호-보건을 제외한 직무간 협업생산에서 시너지효과가 비슷하게 나타난다. ④ 협업생산에 참여하는 개별노동 사이의 생산성차이가 클수록 시너지효과가 클 가능성이 높다.

위의 분석결과는 협업생산의 특성이 명시적으로 반영되지 않는 일반생산함수에 의한 생산성측정이 현장에서 일반화되어 있는 협업생산에서 협업의 효과를 포착하지 못함으로 인해 요소생산성의 측정오류를 유발할 수 있음을 보여준다. 이것은 협업생산특성이 반영된 생산성측정이 절실히 필요함을 보여준다. 뿐만 아니라, 회귀분석을 보완하는 상대생산성의 활용이 오링효과, 시너지효과, 도덕적 해이 분석 등으로 생산성분석의 활용범위를 넓혀 준다는 점도 확인된다. 지금까지 대부분의 생산성 연구는 주로 회귀분석을 이용해서 기업집단, 산업집단 또는 국가차원에서 분석을 한 것이다. 이러한 분석은 생산성에 대한 평균적인 정보는 주지만 이것을 개별기업에 적용할 수는 없다. 그러나 도덕적 해이를 억제하기 위한 다양한 인센티브 연구나 생산성 향상을 위한 최적 팀-생산 구성 연구처럼 개별기업에도 활용될 수 있는 생산성지표가 필요하다. 상대생산성 측정은 이러한 필요성을 만족시킨다.

본 논문의 한계를 지적할 필요가 있다. 본 논문에서 병원의 협업을 구성하는 직무를 의료, 간호, 보건, 사무로 나누고 각 직무별 생산성과, 직무간 협업생산성을 측정하였다. 그런데 동일 직무를 행하는 노동 사이에도 능력이나 경험 등이 생산성에 영향을 미치므로 이런 노동의 질적인 차이가 반영되면 개별 직무노동생산성이나 협업노동생산성이 영향을 받을 수 있다. 그러나 각 직무를 구성하는 구성원에 대한 생산성차이를 반영할 수 있는 자료의 한계로 질적 차이를 반영하지 못했다. 따라서 직무별, 직무간 생산성에 대한 해석은 팀을 구성하는 구성원이 평균적인 질을 가지고 있다는 가정에 근거한 결과로 해석할 필요가 있다. 나아가 본 연구의 실증분석에서 공인된 데이터를 사용하지 않고 데이터를 수집해서 분석하다보니 제공된 데이

터의 숫자가 의심 되는 경우가 있었다. 이런 데이터를 탈락시켰음에도 불구하고 데이터의 질 전체에 대해서 완전한 확신이 있는 것은 아니다. 이 문제는 향후 더 많은 자료와 다양한 자료를 가지고 의료 서비스 산업과 그 이외의 산업들을 대상으로 실증분석해서 본 논문의 실증결과와 비교해 볼 필요성을 제기한다. 이런 과제 또한 향후 연구로 남겨 놓는다.

## ■ 참 고 문 헌

1. 권명중, “비-배달(Non-delivery) 서비스 기업의 생산성 측정에 관한 연구: 서비스 기술혁신을 중심으로,” 『산업조직연구』, 제17권 제4호, 2009, pp. 37-72.  
(Translated in English) Kwon, Myung Joong, “A Study on the Measurement of Productivity for Non-Delivery Services Firms: In the Consideration of Service Technological Innovation,” *The Korean Journal of Industrial Organization*, Vol. 17, No. 4, 2009, pp. 37-72.
2. 김영희 · 조우현 · 안동환 · 박상우 · 정우진, “Malmquist 생산성 지수를 이용한 종합전문요양기관의 생산성 변화 분석,” 『병원경영학회지』, 제10권 제4호, 2005, pp. 51-74.  
(Translated in English) Kim, Young Hee, Woo Hyun Cho, Donghwan An, Sang Woo Park and Woojin Chung, “Medical Care Environment and the Productivity Change in Korean Tertiary Hospitals,” *Korean Journal of Hospital Management*, Vol. 10, No. 4, 2005, pp. 51-74.
3. 안태식 · 박정식, “한국 지방공사의료원의 생산성 평가와 비교,” 『병원경영학회지』, 제2권 제1호, 1997, pp. 22-47.  
(Translated in English) Ahn, Tae Sik and Jung Sik Park, “Productivity Evaluation and Comparison of Korean Provincial Hospitals,” *Korean Journal of Hospital Management*, Vol. 2, No. 1, 1997, pp. 22-47.
4. 양동현 · 장영재, “공공병원의 생산성 변화와 결정요인 분석,” 『대한경영학회』, 제24권 제6호, 2011, pp. 3273-3293.  
(Translated in English) Yang, Dong Hyun and Young-Jae Chang, “Productivity Changes and Its Determinants of Regional Public Hospitals,” *Korea Journal of Business Administration*, Vol. 24, No. 6, 2011, pp. 3273-3293.
5. Alchian, Armen A., and Harold Demsetz, “Production, Information Costs, and Economic Organization,” *American Economic Review*, Vol. 62, Issue. 5, 1972, pp. 777-795.
6. Banker, Rajiv D., Robert F. Conrad and Robert Strauss, “A Comparative Application of



- Data Envelopment Analysis and Translog Methods: An Illustrative Study of Hospital Production," *Management Science*, Vol. 32, Issue. 1, 1986, pp.30-44.
7. Biesebroeck, J., "Revising Some Productivity Debates," 2003, Working Paper 10065, NBER.
  8. Carpenter, Jeffrey, Samuel Bowles, Herbert Gintis, and Sung-Ha Hwang, "Strong Reciprocity and Team Production: Theory and Evidence," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 71, No. 2, 2009, pp. 221-32.
  9. Caves, Douglas W., Laurits R. Christensen and W. Erwin Diewert, "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity," *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, November 1982, pp.1393-1414.
  10. Chan, David C., "Teamwork and Moral Hazard: Evidence from the Emergency Department," *Journal of Political Economy*, Vol. 124, No. 3, June 2016, pp.734-770.
  11. Diewert, W. E, "An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function," *Journal of Political Economy*, Vol. 79, No. 3, 1971, pp.481-507.
  12. Franck, Egon and Stephan Nüesch, "The Effect of Talent Disparity on Team Productivity in Soccer," *Journal of Economic Psychology*, Vol. 31, No. 2, 2010, pp.218-229.
  13. Franco, April Mitchell, Matthew Mitchell, and Galina Vereshchagina, "Incentives and the Structure of Teams," *Journal of Economic Theory*, Vol. 146, No. 6, 2011, pp.2307-2332.
  14. Gould, Eric D., and Eyal Winter, "Interactions between Workers and the Technology of Production: Evidence from Professional Baseball," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 91, Issue 1, 2009, pp.188-200.
  15. Hamilton, Barton H., Jack A. Nickerson, and Hideo Owan, "Team Incentives and Worker Heterogeneity: An Empirical Analysis of the Impact of Teams on Productivity and Participation," *Journal of Political Economy*, Vol. 111, No. 3, 2003, pp.465-497.
  16. \_\_\_\_\_, "Diversity and Productivity in Production Teams," *Economic Analysis of Participatory and Labor-Managed Firms*, Vol. 13, 2012, pp.99-138.
  17. Holmström, Bengt, "Moral Hazard in Teams," *The Bell Journal of Economics*, Vol. 13, No. 2, 1982, pp.324-340.
  18. Kremer, Michael, "The O-Ring Theory of Economic Development," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, No. 3, 1993, pp.551-575.
  19. Lazear, Rosen, "Rank-Order Tournaments as Optimum Labor Contracts," *Journal of Political Economy*, Vol. 89, Issue. 5, 1981, pp.841-64.
  20. Lucas, Robert, "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, 1988, pp.3-42.
  21. Papps, Kerry L., Alex Bryson, and Rafael Gomez, "Heterogeneous Worker Ability and Team-Based Production: Evidence from Major League Baseball, 1920-2009," *Labour Economics*, Vol. 18, No. 3, 2011, pp.310-319.
  22. Prat, Andrea, "Should a Team be Homogeneous?" *European Economic Review*, Vol. 46, 2002, pp.1187-1207.

23. Rasmusen, Eric, "Moral Hazard in Risk-Averse Teams," *The RAND Journal of Economics*, Vol. 18, No. 3, 1987, pp.428-435.
24. Stoneman, P and Kwon, M-J, "Gross Investment and Technological Change: A Diffusion Based Approach," in Barrell, Mason and O'Mahony (ed), *Productivity, Innovation and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, pp.199-216.
25. Weng, Qian and Fredrik Carlsson, "Cooperation in Teams: The Role of Identity, Punishment, and Endowment Distribution," *Journal of Public Economics*, Vol. 126, June 2015, pp. 25-38.

〈부 록〉

〈Table 8〉 Relative Productivity ( $RRP_{ijk}^s$ ) by Hospital Types

Hospital Type	No*	Doctor	Nurse	PM	OW	Doc*PM	Doc*OW	Nur*PM	Nur*OW
National Hospital	3	3	7	3	7	4	5	5	6
	6	5	3	5	4	5	4	6	5
	9	6	2	2	5	6	6	1	4
	10	4	4	1	2	3	3	2	2
	19	1	5	6	6	1	2	4	3
	20	7	6	7	3	7	7	7	7
	23	2	1	4	1	2	1	3	1
National Medical Center	4	1	1	1	2	1	2	1	2
	24	2	2	2	1	2	1	2	1
National University Hospital	18	1	2	2	4	2	2	2	2
	26	4	8	8	8	7	7	8	8
	27	9	9	9	7	9	9	9	9
	28	7	3	5	3	6	5	4	5
	29	6	4	4	9	5	6	5	6
	30	5	6	3	5	4	4	3	4
	31	8	7	7	6	8	7	7	7
	32	3	1	1	1	1	1	1	1
	75	2	5	6	2	3	3	6	3
Private University Hospital	37	8	11	9	20	5	6	4	6
	38	21	24	24	19	21	19	24	23
	39	19	14	18	21	17	18	15	16
	40	12	16	14	16	12	12	12	12
	41	15	23	23	3	15	5	19	5
	42	13	22	21	11	20	8	23	13
	43	16	21	5	7	11	10	14	11
	44	9	20	7	10	8	8	11	13
	45	2	3	10	4	4	3	5	3
	46	23	25	25	23	25	24	25	25
	47	20	7	12	12	14	14	9	8
	48	5	10	8	14	13	14	13	17
	49	7	8	20	15	18	14	17	15
	50	3	6	16	8	6	4	7	4
	51	11	12	13	13	16	17	16	18
	52	17	18	15	17	19	20	21	21
	53	6	15	11	22	9	13	10	19
	54	25	13	17	25	24	25	18	24
	55	10	4	4	24	7	22	6	21
	76	24	9	19	18	23	23	20	20
	77	4	2	2	2	2	2	2	2
	78	14	5	3	6	3	7	3	7
	79	1	1	1	1	1	1	1	1

	80	22	19	22	5	22	21	22	10
	81	18	17	6	9	10	11	8	9
Regional Public Hospital	1	23	12	12	6	20	16	17	15
	2	29	32	32	25	25	29	25	29
	5	30	28	29	28	29	27	29	27
	7	4	11	18	10	14	11	15	12
	8	25	20	25	23	24	18	24	18
	11	27	30	28	29	28	28	28	28
	12	26	18	23	26	21	21	20	22
	13	22	24	17	27	18	24	21	23
	14	21	10	21	5	15	6	8	5
	15	9	7	16	14	13	13	10	10
	16	11	9	10	17	11	14	9	14
	17	16	16	22	18	12	15	13	13
	21	15	21	20	13	19	17	19	16
	22	8	6	1	8	2	4	2	7
	25	18	22	15	16	23	22	23	21
	56	34	34	34	34	34	34	34	34
	57	32	33	33	30	33	31	33	31
	58	33	31	31	33	32	33	31	32
	59	13	5	9	22	7	12	6	9
	60	10	8	6	21	4	10	7	11
	61	12	3	7	7	10	9	4	4
	62	17	25	14	24	17	23	22	24
	63	3	4	3	9	5	5	5	6
	64	19	15	8	19	15	20	14	19
	65	28	26	26	12	30	26	30	26
	66	31	19	30	31	31	32	32	33
	67	7	17	13	2	8	3	12	8
	68	2	1	2	3	1	2	1	1
	69	5	14	11	11	6	7	16	20
	70	6	13	19	15	22	19	18	17
	71	14	1	4	4	9	8	3	2
	72	24	29	24	32	27	30	27	30
	73	1	23	5	1	3	1	11	3
	74	20	27	27	20	26	25	26	25
Veterans Hospital	82	5	5	5	5	5	5	5	5
	83	4	3	2	1	2	3	2	3
	84	3	4	3	3	3	2	4	4
	85	2	2	4	4	4	4	3	2
	86	1	1	1	2	1	1	1	1
Red Cross Hospital	33	4	4	3	4	4	4	4	4
	34	3	2	1	2	1	3	1	3
	35	2	3	2	1	3	2	3	2
	36	1	1	4	3	2	1	2	1

Note: \* Index number for hospitals.

## Measuring Relative Productivity of Team Production: Evidence from Hospital Service Industry\*

Myung-Joong Kwon\*\* · Mikyung Yun\*\*\* · Sang-Hyuk Cho\*\*\*\*

### Abstract

This paper investigates the problem of measuring productivity of team production. A team production function is developed, and a new, relative productivity index that not only enables measuring but also comparing the productivity of each cooperating team, is devised. Utilizing this innovative method to measure relative productivity of 86 hospitals with more than 100 beds, the following empirical results are obtained. Estimation of the team production function shows that: ① coefficients for labor is significantly different from the ordinary production function; ② team production function displays sub additivity, confirming that there is synergy effect; and ③ demand constraint, technology, and hospital heterogeneity all affect productivity. Analysis of the relative productivity index shows that: ① it is possible to compare individual labor and team productivities of individual hospitals; ② O-ring effect is relatively low in nurses-laboratory staff team cooperation while it is high in doctor-nurse team cooperation; ③ synergy effect is similar across

---

*Received: Aug. 28, 2017. Revised: March 23, 2018. Accepted: Oct. 15, 2018.*

\* Authors would like to thank the anonymous referees for their constructive comments.

\*\* First Author, Professor, Department of Economics, Yonsei University Wonju Campus, 1 Yonseidae-gil, Wonju, Gangwon-do 26493, Korea, Phone: +82-33-760-2310, e-mail: consign@yonsei.ac.kr

\*\*\* Corresponding Author, Professor, International Studies, The Catholic University of Korea, Songsim Global Campus, 43 Jibong-ro, Bucheon-si, Gyeonggi-do 14662, Korea, Phone: +82-2-2164-4412, e-mail: mkyun@catholic.ac.kr

\*\*\*\* Co-author, Ph. D Student, Department of Economics, Yonsei University Wonju Campus, 1 Yonseidae-gil, Wonju, Gangwon-do 26493, Korea, Phone: +82-33-760-2187, e-mail: sanghcho@yonsei.ac.kr

cooperation between various teams, except those between doctor-office staff and nurse-laboratory staff; ④ synergy effect is likely to be greater, the greater the productivity differences between participants in a team. These results show that for greater accuracy of measurement, the relative productivity method is essential and that such a method also widens the scope of productivity analysis. This study thus fills the gap in team production and team productivity measurement literature.

**Key Words:** team production function, relative (labor) productivity, medical service industry

**JEL Classification:** D22, D23, D82, L8