

**ORIGINAL ARTICLE**

Calculation of Human Resources for Medical Technologist in Diagnostic Testing

Byoung Seon Yang^{1,†}, Yong Lim^{2,†}, Yoon Sik Kim³, Yeon Suk Oh⁴, Do Hee Bae⁵, Se Mook Choi¹¹Department of Medical Laboratory Science, Jinju Health College, Jinju, Korea²Department of Clinical Laboratory Science, Dong-eui University, Busan, Korea³Department of Biomedical Laboratory Science, Dongkang College University, Gwangju, Korea⁴Department of Laboratory Medicine, Chungnam National University Hospital, Daejeon, Korea⁵Department of Laboratory Medicine, Gyeongsang National University Hospital, Jinju, Korea

진단검사분야의 임상병리사 인력산정에 관한 연구

양병선^{1,†}, 임 용^{2,†}, 김윤식³, 오연숙⁴, 배도희⁵, 최세묵¹¹진주보건대학교 임상병리과, ²동원대학교 임상병리학과, ³동강대학교 임상병리과, ⁴충남대학교병원 진단검사의학과, ⁵경상대학교병원 진단검사의학과**ARTICLE INFO**

Received June 4, 2020

Revised June 7, 2020

Accepted June 9, 2020

Key words

Appropriate manpower estimation

Medical technologist

Relative value scoring system

ABSTRACT

This study examines and presents reasonable improvement measures for the operation and revision of the relative value scoring system, and the basis for performance of a medical technologist. Seven hospitals were enrolled in the study, and included 5 resident laboratory medicine specialists and 53 medical technologists, giving a ratio of 10.6 technologists per laboratory medicine specialist. The average of professional manpower scores was 18, and the average of each medical institution's total score was 78. Ratings and additional rates were in the range 2~3%, and quality-added ratios were 2~3%, with no significance. Excluding pathological testing and assessing physiological functions, the average number of diagnostic tests for health insurance claims were 9,618,062, including 4,378,146 points for 5% of the total relative value scores. According to the DEA, the appropriate number of medical technologist is one person per 49,974 points of relative value. In conclusion, our study results indicate that it would be desirable to set the appropriate workforce for medical technologist to one person per 50,000 points of relative value. Our data could be used as a basis for enhancing productivity of the workforce and balancing health care resources.

Copyright © 2020 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

서론

국민건강보험제도를 도입하고 정착시키는 과정에서 다양한 수가체제와 항목 간의 수가 불균형이 발생하였다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 1994년 의료보장개혁위원회의 건의를 받아들여 미국의 Medicare 적용 상대가치점수체제 즉, 자원기준

의료행위 상대가치(Resource-Based Relative Value Scale, RBRVS)를 도입하였다. Hsiao 등[1]이 개발한 자원기준 의료행위 상대가치란 의사에 의해 제공되는 서비스를 투입요소 즉, 의사의 총 업무량, 실제 소요 비용, 졸업 후 훈련 기회 비용에 근거해 그 수가를 정하는 방법으로 의료수가를 상대가치와 환산지수로 구분하여 적용하는 수가산정 방법을 말한다[1, 2]. 상대가치 점수는 의료행위에 소요되는 시간, 노력 등의 업무량, 인력, 시설, 장비 등 자원의 양, 요양급여의 위험도 및 발생빈도를 종합적으로 고려하여 산정한 가치를 의료행위 별로 비교하여 상대적인 점수로 나타낸 것이다.

Corresponding author: Se Mook Choi

Department of Medical Laboratory Science, Jinju Health College, 51 Uibyeong-ro,

Jinju 52655, Korea

E-mail: smchoi3450@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9103-8394>[†]These first two authors contributed equally to this work.

현재 임상 현장에서는 진료비용 근거자료 재구축의 필요성 및 자료의 정확도 향상, 적정성 검증을 위해서 직접비용 자료에 포함되는 항목 즉, 인력, 재료, 장비 등의 분류를 표준화하고, 표준화된 항목을 중심으로 주기적 자료조사를 실시, 직접 조사 관찰을 통한 조정 기간을 마련하여 객관성과 정확성을 향상시킬 필요성이 지속적으로 제기되어 왔다. 또한 2010년 시점의 임상 현실이 반영된 2차 연구 이후, 현시점에서의 의사업무 형태와 진료비용의 변화를 검토하고 향후 점수 산출에 반영될 수 있는 방안 마련 필요함이 계속 제기되었다.

이처럼 2003년부터 시작된 상대가치점수 개발 연구의 제약 점들에 대한 전반적인 검토와 이를 극복할 수 있도록 체계적인 연구에 대한 필요성이 요구되고 있다. 그로 인하여 연구를 통해 상대가치점수제도의 운영 및 개정연구의 합리적인 개선방안과 의료기사 업무 행위의 근거를 도출하여 상대가치점수 구조 개편의 기본 방향을 제시하고자 한다.

이에 본 연구는 보건 의료인력의 생산성 제고 및 자원의 균형 배분을 위한 상대가치점수 가산율 및 인력산정을 위한 표준안을 제시하여 상대가치 근거자료 검증기반을 마련하고자 한다.

자료 및 방법

1. 연구팀의 구성

임상병리사 업무량 평가에 따른 적정인력 산정에 대한 연구를 수행하기 위하여 전문분야 교수 4인과 임상현장전문가 2인을 선정하여 최종 6인으로 연구팀을 구성하였다.

2. 방법 및 절차

교수, 임상현장전문가로 구성된 연구팀의 논의를 통해 주요 인자 선정을 위하여 7개 국립대학병원을 대상으로 설문조사를 통한 상대가치점수 가산율과 관련 변수를 조사하였다.

1) 상대가치점수 가산율을 위한 변수 조사 및 분석

7개 국립대학병원에 대하여 임상병리사 인력산정 설문조사를 실시하였다. 대상기관의 규모로 허가병상수, 일일평균재원환자수, 일일평균외래환자수, 상근진단검사의학과 전문의 1명당 임상병리사수(정규직)을 알아보았다. 가산율 분석에 있어서 비정규직은 근무시간이 매우 다양하였고 초보적인 업무만 제한적으로 수행하는 근무형태이어서 그수와 질을 정규직과 일원화할 수 없어 제외하였다. 대상기관의 질관리 점수로 상근진단검사의학과 전문의 수와 전문인력영역(점수) 및 합계, 기관별 등급 및 질가산, 기관별 진단검사의학점사(이하 진단검사)건수(병리

검사 및 생리기능검사 제외), 상대가치점수 총합의 5%를 조사하였다.

2) 상대가치점수에 따른 임상병리사 적정 인력 산정

(1) 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)

특정 조직에 투입되는 적정 소요 인력을 산정하는 방법은 조직의 환경, 업무 특성, 작업 여건 등을 고려하는 차원에서 적합한 방법을 선정하는 것이 필요하다.

의료지원 분야의 인력에 대한 적정 수를 결정할 때는 의사와의 관계 즉, 이들과 의사 인력 간의 결합 비율을 고려하는 것이 합리적이라 판단되므로 진료 지원 분야의 인력 적정 수를 추계할 때에는 가장 효율적인 인력 구조를 지닌 병원의 의사와 해당 인력 간의 최적 결합 비율을 먼저 추계한다. 그리고 이 비율을 근거로 하여 진료 지원 분야의 인력의 절대적 수준을 추계하게 되면 의사인력과 여타 직종 인력간의 상대적 최적 결합 비율을 결정할 수 있으므로 병원 규모별 인력 분포의 적절성이 감안된 표준적 모형을 제시할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 생산함수를 이용한 추정 방법을 원칙으로 하되, 기존의 생산함수를 이용한 방법의 한계와 문제점을 보완한 효율적 인력분포를 규명하는 방법으로 Banker 등[3]이 제안한 BCC 모형을 이용하였다. 산출물을 최대화하기 위해 투입되어야 할 적정 투입 규모를 판별하기 위한 자료포락분석을 실시하였다. 즉, 보건복지부 고시 제 2017-111호 및 관련 규정에 명시된 진단검사분야의 적정 의료인력 즉, 상대 가치점수 50만점 당 진단검사의학과 전문의 1명을 기준으로 설정한 후 연구 대상 병원으로 선정된 7개 표본 병원의 허가 병상과 함께 투입 변수로 설정하였다. 상대가치 점수와 검사건수를 산출변수로 설정하여 모든 표본 병원의 상대적 생산성을 동일하게 하는 DEA 분석 함수를 활용한 시뮬레이션 기법을 활용하여 임상병리사 적정인력을 추정하였다.

결 과

1. 상대가치점수 가산율 관련 변수 분석

1) 연구기관 병원 규모

(1) 허가병상수, 일일평균재원환자수, 일일평균외래환자수 연구에 참여한 7개 기관의 규모를 2018년도 기준 허가병상수, 일일평균 재원환자수, 일일평균 외래환자수 등으로 분류하여 평가하였다. A병원은 허가병상수 1,100병상, 일일평균 재원환자수 930명, 일일평균 외래환자수 2,492명이고 B병원은 허가병상수 1,320병상, 일일평균 재원환자수 1,246명, 일일평균 외래환자수 6,330명이며 C병원은 허가병상수 920병상, 일일

평균 재원환자수 765명, 일일평균 외래환자수 2,600명이었다. D병원은 허가병상수 1,316병상, 일일평균 재원환자수 1,100명, 일일평균 외래환자수 3,900명이며 E병원은 허가병상수 817병상, 일일평균 재원환자수와 일일평균 외래환자수는 밝히지 않았다. F병원은 허가병상수 1,111병상, 일일평균 재원환자수 1,015병상, 일일평균 외래환자수 3,562명이었으며 G병원은 허가병상수 956병상, 일일평균 재원환자수 850명, 일일평균 외래환자수 3,008명이었다(Figure 1).

2) 병원 질관리 점수

(1) 상근진단검사의학과 전문의 수와 전문인력영역(점수) 및 합계

7개 기관의 상근진단검사의학과 전문의 수와 전문인력영역(점수) 및 합계(점수)는 다음과 같다. A병원의 상근진단검사의학과 전문의 수 4명, 전문인력영역(점수) 10점, 합계(점수) 70점이고 B병원은 상근진단검사의학과 전문의 수 7명, 전문인력영역(점수) 10점, 합계(점수) 70점이었다. C병원의 상근진단검사의학과 전문의 수 4명, 전문인력영역(점수) 25점, 합계(점수) 85

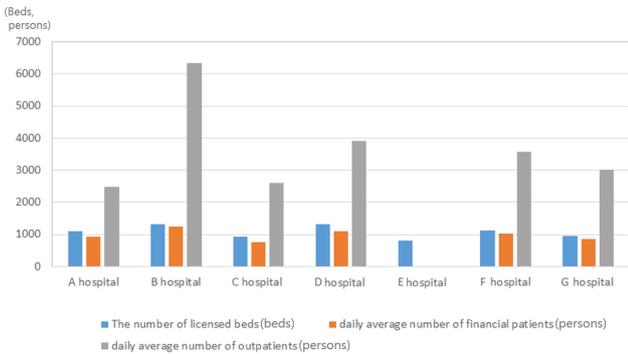


Figure 1. The number of licensed beds, the daily average number of financial patients, and the daily average number of outpatients.

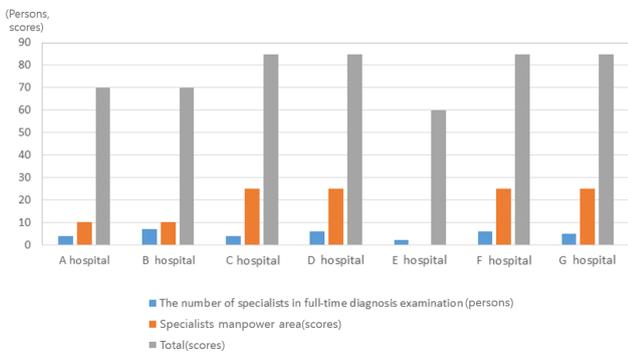


Figure 2. The number of specialists in full-time diagnosis examination and the number of specialists (scores) and total.

점이고 D병원은 상근진단검사의학과 전문의 수 6명, 전문인력영역(점수) 25점, 합계(점수) 85점이었다. E병원은 상근진단검사의학과 전문의 수 2명, 전문인력영역(점수) 0점, 합계(점수) 60점이고, F병원은 상근진단검사의학과 전문의 수 6명, 전문인력영역(점수) 25점, 합계(점수) 85점이며, G병원은 상근진단검사의학과 전문의 수 5명, 전문인력영역(점수) 25점, 합계(점수) 85점이었다(Figure 2).

(2) 기관별 등급 및 질가산율(%)

7개 기관의 등급 및 가산율(%) 보면 A병원은 3등급, 가산율 2%이고 B병원은 3등급, 가산율 2%이며, C병원은 3등급, 가산율 3%이었다. D병원은 2등급, 가산율 3%이며, E병원은 3등급, 가산율 2%이었다. F병원은 2등급, 가산율 3%이고 G병원은 2등급, 가산율 3%이었다(Figure 3).

(3) 기관별 총 건강보험청구 진단검사건수(병리검사 및 생리기능검사 제외)와 상대가치점수 총합의 5%

2018년 기관별 총 건강보험청구 진단검사건수(병리검사 및 생리기능검사 제외)와 상대가치점수 총합의 5%의 결과는 다음과 같다. A병원은 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 총 진단검사건수는 8,874,444건에 상대가치점수 총합의 5%는 3,960,801점이었고 B병원은 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 총 진단검사건수는 18,631,364건에 상대가치점수 총합의 5%는 6,713,156점이었으며, C병원의 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 총 진단검사건수는 10,230,446건에 상대가치점수 총합의 5%는 3,572,832점이었다. D병원은 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 총 진단검사건수는 11,503,323건에 상대가치점수 총합의 5%는 3,735,675점이었으며 E병원은 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 총 진단검사건수는 7,307,050건에 상대가치점수 총합의 5%는 2,776,050점이었다. F병원 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 총 진단검사

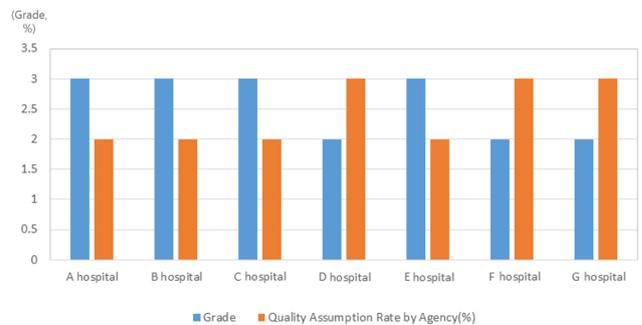


Figure 3. Grade and quality assumption rate by agency (%).

건수는 11,757,801건에 상대가치점수 총합의 5%는 4,007,280점이었고, G병원 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험 청구 총 진단검사건수는 8,640,071건에 상대가치점수 총합의 5%는 3,458,188점이었다(Figure 4).

2. 상대가치점수에 따른 임상병리사 적정인력 산정을 위한 표준안

1) 자료포락분석(DEA)에 의한 임상병리사 1인당 상대가치점수
 자료포락분석(DEA)분석과 시뮬레이션 결과 7개 표본 병원의 상대적 효율성이 동일한 Variable return to scale (VRS) 값을 모두 1로 하는(등생산성) 임상병리사 인력을 추정할 때 A병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 50,779.5점이었다. B병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 50,098.2점이었다. C병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 50,321.6점이었었다. D병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 49,809.0점이

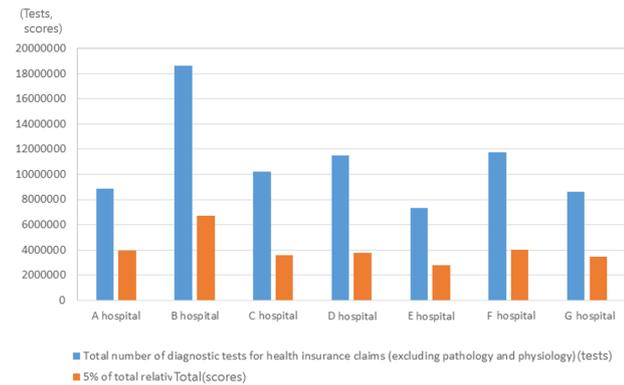


Figure 4. Total number of diagnostic tests for health insurance claims (excluding pathology and physiology) by agency and 5% of total relative value scores.

었다. E병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 47,862.9점이었다. F병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 50,091.0점이었다. G병원의 임상병리사 1인당 상대가치점수는 50,855.7점이었다. 평균은 49,973.9점이었다(Table 1).

고찰

본 연구는 상대가치점수와 임상병리사 행위의 인과관계를 제시하고 임상병리사의 질관리 행위에 대한 상대가치점수 가산율 및 인력산정을 위한 표준안을 제시하여 상대가치 근거자료 검증 기반을 마련하고자 하였다.

연구에 참여한 7개 기관의 규모를 분석한 결과 평균 허가병상수는 1,023병상, 일일평균재원환자수 808명, 일일평균외래환자수는 3,053명으로 사회적으로 대형병원으로 여겨지고 있는 1,000병상 이상의 규모에 해당하였다. 상근진단검사의학과 전문의는 평균 5명, 임상병리사는 평균 53명으로 전문의 1인당 10.6명으로 나타났다. 그러나 전문의 1인당 임상병리사수는 낮은 곳은 6.7명, 높은 곳은 31.5명으로 나타나 전문의 수 대 임상병리사수는 많은 편차를 보였다.

연구 참여기관의 상근진단검사의학과 전문의 수와 전문인력 영역(점수) 및 합계(점수) 평균은 상근진단검사의학과 전문의 수 5명, 전문인력영역(점수) 18점, 합계(점수) 78점으로, 상근진단검사의학과 전문의 수는 2~7명, 전문인력영역(점수) 0~25점, 합계(점수) 60~85점으로, 평균 표준편차는 상근진단검사의학과 전문의 수 1.6명, 전문인력영역(점수) 9.9점으로 나타나 상대적으로 전문의 수보다는 전문인력영역에서 유의한 차이를 보였다.

연구기관의 등급 및 가산율(%)을 보면 2~3등급과 질가산율

Table 1. Relative value score per laboratory medicine specialist by hospital based on data portal analysis (DEA)

Hospital	Input element			Output element		Relative efficiency		Projection point			Relative value score per medical technologist
	Laboratory medicine specialist	Medical technologist	No. of licensed bed	Relative value score	Inspection count	CRS	VRS	Laboratory medicine specialist	Medical technologist	No. of licensed bed	
A	8	78	1,100	3,960,801	8,874,444	1.0	1.0	8	78	1,100	50,779.5
B	13	134	1,320	6,713,156	18,631,364	1.0	1.0	13	134	1,320	50,098.2
C	7	71	920	3,572,832	10,230,446	1.0	1.0	7	71	920	50,321.6
D	7	75	1,316	3,735,675	11,503,323	1.0	1.0	7	75	1,316	49,809.0
E	6	58	817	2,776,050	7,307,050	0.95	1.0	6	58	817	47,862.9
F	8	80	1,111	4,007,280	11,757,801	1.0	1.0	8	80	1,111	50,091.0
G	7	68	956	3,458,188	8,640,071	1.0	1.0	7	68	956	50,855.7
Mean											49,973.9

Abbreviations: CRS, constant return to scale; VRS, variable return to scale.

은 2~3%에 해당하여 큰 편차는 나타나지 않았다.

2018년 기관별 총 건강보험청구 진단검사건수(병리검사 및 생리기능검사 제외)와 상대가치점수 총합의 5%의 결과는 병원 규모별로 건강보험청구 총 진단검사건수가 다르기 때문에 비교 분석하는 것은 어려울 것으로 사료되었다.

진단검사의학과 전문의 규모를 기준으로 하여 DEA를 통하여 임상병리사의 인력 생산성을 분석하는 생산함수 접근 방법을 이용하여 병원 규모 및 병원 특성을 반영하여 각 병원 임상병리사 인력의 상대적 생산성을 동일하게 할 수 있는 등 생산성을 반영한 임상병리사(정규직)의 적정인력을 도출하였다. DEA는 현재 인력산정모델로 많이 이용되고 있는 모델이다. 군 의료보조 인력 적정요소 산정에 관한 연구에 이용되어 군병원 간호사, 임상병리사, 방사선사, 물리치료사, 치위생사, 의무기록사의 소요 인력을 산정하였다[4]. 또한 경찰서 교통인력의 적정규모를 산정하는 연구에도 이용되었다[5]. 종합병원의 경영 효율성 분석에도 DEA가 이용되어 효율성에 영향을 미치는 주요 요인을 규명하였으며[6], 이와 같이 최근 DEA 분석은 점점 확대되고 있다.

적정요소 인력을 산정하는 다양한 방법 가운데 실증적 방법으로 널리 활용되는 생산함수 접근법이란 투입 요소의 적정 배합을 통해서 동일한 투입량으로 어떻게 하면 더 많은 의료 서비스를 얻을 수 있는가 또는 보다 적은 투입량으로 동일한 양의 의료서비스를 어떻게 생산할 수 있는가 라는 문제에 대한 해결점을 찾는 경제학적 접근법을 말한다. 이 방법은 각 분야별 인력의 생산성을 파악함으로써 불균등하게 분포되어 있는 의료 인력을 재편성하거나 배출되는 의료 인력의 전공별 적정 배치가 어느 정도 가능하다. 뿐만 아니라 보다 넓게는 의사 대 간호사 또는 의사 대 의료기사 등의 수급계획을 수립하는데 있어서 기본적인 자료가 되며 기존 인력의 생산성 제고 및 보건 의료 자원의 균형 배분을 위한 이론적 근거로 활용될 수 있다는 점에서 중요한 의미를 지닌다.

Reinhardt [7]는 생산함수 접근법을 이용하여 의료인력의 한계 생산성 추계를 통하여 단독 개업 의사와 보조 요원 수간의 대체치를 통한 생산성을 크게 향상시킬 수 있다고 지적하였다.

Evans 등[8]은 캐나다의 British Columbia 자료를 이용하여 의사의 생산성 제고를 위한 제도적 변화 전략으로 집단 개업이 유효하다는 사실을 검증한 바 있다.

의료기관은 환자의 생명을 다루는 특수한 목적을 지닌 공익 기관으로서의 공익성과 지속적으로 의료업을 영위하기 위해서는 의료서비스에 대한 대가를 통한 이윤을 창출하는 수익성을 동시에 추구하는 이중적 성격을 가지는 조직으로 평가된다[9]. 영리를 목적으로 운영되는 조직의 효율성 평가는 경제의 기본원

칙에서 출발한다. 투입된 자본에 비하여 얼마만큼의 이익을 창출하였는가 또는 동일한 산출물을 얻기 위하여 비용을 얼마만큼 최소화하였는가에 의해 평가되어진다[3].

Kim 등[10]의 연구에 따르면 1994년에서 2003년까지 10년간 종합전문요양기관 38개를 대상으로 DEA를 이용하여 효율성을 분석하였다. 이를 바탕으로 맘퀴스트 생산성 지수를 도출하였는데 경영혁신과 같은 효율성 변화에 기인한 보다는 정책 변화 등의 외생적 기술변화에 기인한 것으로 결론지었다.

비모수적 효율성 측정방법인 DEA 생산성 분석은 생산함수를 이용하는 방법의 발전된 형태로서 선형계획법에 근거하여 평가대상 조직의 경험적인 투입요소와 산출물 간의 자료를 이용하여 경험적 효율 한계를 도출한 후 평가대상들이 효율적 한계로부터 얼마나 떨어져 있는지의 여부를 가지고 비효율성을 판단하는 기법이다.

DEA는 다수의 투입 요소와 다수의 산출 요소를 갖는 의사결정 단위(decision making unit, DMU)의 효율성을 투입 요소들의 가중합과 산출 요소들의 가중합의 비율로 측정할 후 이를 유사한 활동을 수행하는 다른 DMU들의 효율성과 비교하여 상대적인 효율성을 측정하였다.

본 연구에서는 진단검사의학과 전문의 규모를 기준으로 하여 자료포락분석(DEA)을 통하여 임상병리사의 인력 생산성을 분석하는 생산함수 접근 방법을 이용하여 병원 규모 및 병원 특성을 반영하여 각 병원 임상병리사 인력의 상대적 생산성을 동일하게 할 수 있는 등 생산성을 반영한 임상병리사(정규직)의 적정 인력을 도출하였다. 그 결과 임상병리사의 적정인력은 상대가치 점수 총합 5만점 당 1명으로 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 다만, 본 연구 분석에 활용된 표본 병원이 7개로서 매우 부족한 상황으로 일반화가 어려우며, 추후 최소 20개 이상의 병원 자료를 확보하고 이를 활용하여 일반화의 기반을 위한 추후 연구가 요구된다.

요 약

본 연구는 상대가치점수제도의 운영 및 개정연구의 합리적인 개선방안과 의료기사 업무 행위의 근거를 도출하였다. 연구에 참여한 7개 기관의 규모를 분석한 결과, 상급 진단검사의학과 전문의 평균 5명, 임상병리사는 평균 53명으로 전문의 1명당 10.6명으로 나타났다. 전문인력영역점수 평균은 18점, 기관별 합계점수의 평균은 78점이었다. 등급 및 가산율(%)은 2~3등급과 질가산율은 2~3%으로 큰 편차는 나타나지 않았다. 병리검사 및 생리기능검사를 제외한 건강보험청구 평균 진단검사건

수는 9,618,062건에 상대가치점수 총합의 5%는 4,378,146점이었다. 자료포락분석(DEA)분석결과 임상병리사의 적정인력은 상대가치 점수 49,974점당 1명으로 나타났다.

결론적으로 본 연구의 분석결과 임상병리사의 적정인력은 상대가치 점수 총합 5만점당 1명으로 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단되며, 인력의 생산성 제고 및 보건 의료 자원의 균형 배분을 위한 근거로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgements: This research was supported by Korean Association of Medical Technologist in 2019.

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Yang BS¹, Professor; Lim Y², Professor; Kim YS³, Professor; Oh YS⁴, M.T.; Bae DH⁵, M.T.; Choi SM¹, Professor.

REFERENCES

1. Hsiao WC, Braun P, Becker ER, Thomas SR. The resource based relative value scale. Toward the development of an alternative physician payment system. *JAMA*. 1987;258:799-802. <https://doi.org/10.1001/jama.1987.03400060075033>
2. Kim HJ, Shon MS, Cho WH, Park EC, Cheon BY, Lee SH, et al. An overview of Korean resource based relative scale. *Korean J Health Policy Adm*. 1995;5:202-212.
3. Banker, RD, Charnes A, Cooper WW. Some models for the estimation of technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Manage Sci*. 1984;30:1031-1142. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
4. Ministry of National Defense, Daejeon University Institute of Medical Management. A study on the estimation of the proper needs of military medical assistant personnel. Seoul: Ministry of National Defense; 2011 Aug. p1-124. Report No. NONB120 1426590.
5. Choi YC, Hong JH. Applying DEA technique to estimation of the optimal number of traffic policemen in police stations. *Korean Comparative Government Review*. 2010;14:355-376. <https://doi.org/10.18397/kcgr.2010.14.2.355>
6. Park BS, Lee YK, Kim YS. Efficiency evaluation of general hospitals using DEA. *Jour. of KoCon.a*. 2009;9:299-312. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2009.9.4.299>
7. Reinhardt UA. Production function for physician services. *Rev Econ Stat*. 1972;54:55-66. <https://doi.org/10.2307/1927495>
8. Evans RG, Parish EMA, Sully F. Medical productivity, scale effects and demand generation. *Can J Econ*. 1973;6:376-393. <https://doi.org/10.2307/133969>
9. Ham US. Economies of scale and scope in hospitals. *Korean J Health Policy Adm*. 2008;18:21-42.
10. Kim YH, Cho WH, An DH, Park SW, Jung WJ. Medical care environment and the productivity change in Korean tertiary hospitals. *Korean J Hosp Manag*. 2005;10:51-74.