

# 의료 원가배분에 관한 비교 연구: 단계법과 상호배부법에 따른 차이

오동일  
상명대학교 글로벌금융경영학부

## A Comparative Study of Cost Allocation in Healthcare: Step Method vs. Reciprocal Method

Dongil O  
Division of Global Finance and Management, SangMyung University

**요약** 본 연구에서는 상대가치, 보험수가, 필수의료 적정보상 등과 관련된 의료원가계산의 주요 이슈 중 하나인 원가 배분 방법을 살펴보았다. 본 연구에서는 지원부문과 진료부문이 수십 개에 이르는 현실적인 상황을 가정하고 배분된 금액 차이를 검토하였다. 우선, Numpy와 Python을 이용하여 단계법과 상호배부법을 구현할 수 있는 코드를 개발하였다. 그리고 시뮬레이션 방법을 이용해 두 방법에 따른 원가 차이를 비교하였다. 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 지원부문 수가 진료부문 수보다도 적은 경우 단계법과 상호배부법의 원가차이율은 2% 이내로 나타났다. 둘째, 지원부문 수가 진료부문보다 많은 경우에는 두 방법간 원가차이율은 6% 이내 수준으로 나타났다. 셋째, 이러한 결과는 시뮬레이션 횟수가 증가하더라도 큰 변동없이 유지되었다. 해당 결과는 원가산정 목적에 따라 중요한 차이로 볼 수도 있고 중요하지 않은 차이로 해석할 수 있다. 따라서 어떤 방법을 선택할 지는 원가산정 목적과 경영진 판단에 의존한다고 볼 수 있다. 시뮬레이션이 수행되었음에도 불구하고 다양한 요소가 영향을 미칠 수 있으므로 본 연구 결과는 다소 변동될 수도 있다. 마지막으로 본 연구의 분석 결과는 부문별원가계산, ABC원가계산시스템을 도입한 모든 의료기관에서 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

**Abstract** This study examined one of the critical issues in the healthcare cost allocation method related to the relative value, fee for service, and reimbursement of essential medical care. By assuming a realistic scenario with dozens of support and medical departments, an investigation was carried out into the differences in allocated amounts. A code was developed using Numpy and Python to implement the step method and reciprocal method. The costs of the two methods were compared using simulations. The analysis yielded the following results. First, the cost differences between the step and reciprocal methods were within 2% when there were fewer support departments than medical departments. Second, when the number of support departments was greater than that of medical departments, the cost differences between the two methods were within 6%. Third, these results remained relatively stable even with increasing simulation iterations. These findings may be deemed significant or insignificant depending on the purpose of the cost estimation. Therefore, the choice of method depends on the purpose of cost calculation and management judgment. Despite the simulations, various factors may still influence the results, so the findings of this study may vary. Finally, the analytical results of this study can be beneficial for all healthcare institutions that adopt departmental costing or ABC costing systems.

**Keywords** : Cost Allocation, Healthcare Cost, Step Down Method, Reciprocal Method, Python, Simulation

본 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (NRF-2022S1A5A2A01038260)

\*Corresponding Author : Dongil O(SangMyung University)

email: odongil@smu.ac.kr

Received April 3, 2024

Revised April 25, 2024

Accepted May 3, 2024

Published May 31, 2024

## 1. 서론

### 1.1 연구배경

의료원가계산 결과는 병원 자체 경영 관리 필요성 뿐만 아니라 의료행위원가, 상대가치, 보험수가 책정, 그리고 필수의료 분야에 대한 보상 등 많은 보건의료 정책 시행의 기본 자료로 활용된다. 그런데 이러한 원가계산을 수행 함에 있어 표본 추출된 패널의료기관 등으로부터 자료를 수집하고 병원, 의원, 치과 등 유형의 특성을 반영한 적절한 원가계산시스템이 마련될 필요가 있다.

병원의 다양한 조직은 원가계산 목적상 지원부문, 진료부문 등으로 나눌 수 있다. 지원부문에서 발생한 원가를 진료부문에 어떻게 배분하는 것이 오차를 줄이고 합리적인가 하는 것은 의료기관 회계의 이슈 중의 하나이다. 그럼에도 불구하고 원가회계 분야에서 조차 이와 관련된 논의가 크게 진행되지는 못했다.

보조부문원가와 같은 간접비는 직접비와는 달리 의료행위 등 원가대상에 직접적으로 인식이 어렵거나 추적 가능하지 않고, 가능하다 하더라도 주요한 원가이거나 원가의 상당 부분을 차지하는 자원의 소비는 아니다. 또한 간접비의 경우 여러 활동이나 원가대상에 서비스를 제공하는 공통비 성격이다. 따라서 적절한 배부기준이나 활동 등을 통해 원가대상에 적절하게 배분할 필요가 있다.

전통적으로 원가회계에서는 보조부문원가 배분 방법으로 직접법, 단계법, 상호배부법을 사용해 왔다. 지원부문 2개, 제조부문이 2개 정도로 소수인 경우를 다루는 교과서의 예제나 부문의 수가 많은 경우 상호배부법을 수리적으로 어떻게 구현할 것인지를 제외하고는 가장 중요한 배분 방법들인 단계법과 상호배부법에 대한 직접적인 비교는 연구된 것이 전혀 없다.

이로 인해 의료원가계산이나 상대가치연구시에 단계법을 사용할지, 또는 상호배부법을 사용할 지에 대한 논란이 지속되고 이에 대한 뚜렷한 과학적인 설명이 없는 상태였다. 최근 필수의료 분야 강화와 관련한 의료계의 갑론을박이 지속되고 있는 상황에서 의료행위에 대한 원가보상이 충분한가에 대한 질문에 대한 답변도 필요한 실정이다.

원가보상율을 구하기 위해서는 원가를 가능한 정확히 구해야 하고, 이를 위해서는 간접비인 보조부문이나 간접진료비를 합리적으로 배분하여야 한다. 이를 위해 단계법과 상호배부법의 원가 배분 취지를 바탕으로 부문의 수와 무관하게 범용으로 사용할 수 있는 코드를 개발하고 시뮬레이션 방법론을 적용하여 원가배분 부문 수가

변동하는 경우 등에 따른 두 가지 방법에 따른 원가차이가 어느 정도인지 확인하는 과정이 필요하다.

또한 ABC원가계산을 실시하고 있는 병원도 직접 부과되는 비용을 제외하고 부문 상호간에 서비스교환 활동이 있는 경우 활동, 부문, 진료과 등 다양한 원가대상에 원가를 배분하고 원가계산시스템을 설계하는 경우에도 단계법과 상호배부법에 대한 비교분석이 요구된다.

### 1.2 연구목적

의료행위간 보상 불균형으로 인해 행위 간, 진료과별 원가보상율 차이가 발생할 뿐만 아니라 여기에 비급여진료비 효과가 더해져 수입 불균형이 초래된다. 이로 인해 내과, 소아과, 산부인과, 흉부외과 등 필수의료 분야로 전공의 지원이 감소하는 현상은 우리나라 건강보험의 어려움 중의 하나이다.

2023년도에도 보건복지부는 제3차 상대가치 개편을 통해 의료 환경과 진료행태 변화 등으로 도입 취지가 약화된 의료기관의 가산제도를 정비하고 상대적으로 저평가된 분야의 수가 불균형을 조정하여 2024년도부터 반영하고 있다[1].

또한 패널의료기관을 확대해 원가자료를 체계적으로 수집함과 동시에 의료행위별 원가분석을 기초로 현행 행위별 상대가치 점수 산출 방식의 문제점을 개선하고자 의료행위원가 중심의 체제로 변경할 필요성도 제기되고 있다. 의사증원 및 필수의료 강화와 같은 주제가 국가 전체의 사회적인 논제가 된 현 상황에서는 의료행위 원가, 상대가치점수 조정의 주기 단축, 패널기관 수 확대, 의료비용분석위원회 활성화 등을 발표하였다[2].

원가대상을 건강보험급여의료행위로 하는 경우 원가계산 단계별로 직접비와 다양한 유형의 간접비가 발생한다. 전체 조직을 원가중심점으로 구분하게 되면 지원부문 공통원가는 공통원가 배분 기준에 따라 각 원가중심점에 배분한다. 그 후 지원부문의 원가를 진료부문에 배부하는 과정이 필요하다. 그런데 의료기관의 경우 제조업의 경우보다 훨씬 많은 보조부문(지원부문)과 제조부문(진료부문)을 가지고 있어 지원부문 원가를 합리적으로 배부하는 것은 의료행위원가 산정을 위해서도 중요한 과제이다.

본 연구는 건강보험수가, 의료행위 유형간 보상 불균형 해소, 상대가치점수 등 다양한 건강보험정책 수립의 기초가 되는 의료원가계산과 관련해 보조부문이 매우 밀접하게 연관되어 있어 상호 간에 서비스를 상호교환하는 복잡한 상황에서 단계법과 상호배부법을 구현할 수 있는

프로그램을 개발하고 이를 통해 두 방법 사이 원가차이를 구하고 시뮬레이션을 통해 원가차이율에 대한 민감도 분석을 수행함을 주요 목적으로 한다.

## 2. 원가 배분 방법론

### 2.1 선행연구

많은 원가회계 교과서에서는 지원부문과 제조부문의 수가 각각 2개인 경우 예를 제시하고 직접법, 단계법, 상호배부법에 따른 원가 배분 결과를 제시한다. 그 이유는 부문수가 늘어나면 수작업으로 해결하기 어렵기 때문이다[3]. 그리고 상호배부법의 경우에는 용역수수 정도를 나타내는 매트릭스를 구성해 수리적인 방법으로 풀어야 한다[4]고 언급하고 간단한 예를 보여주는 정도이다.

지원부문 사이에 상호용역을 제공하는 상황에서 원가 배분과 관련하여 Lowenthal(2005)은 응용수학과 의사결정 논문에서 상호배부법을 매트릭스 방법으로 엑셀로 풀어주는 방법을 수학적으로 제시하였다[5].

Debusk(2011)가 상호배부법이 이론적인 측면에서 우월성이 있음에도 불구하고 실무에서는 거의 사용되지 않는 이유를 지적하고 엑셀에서 비교적 소규모의 지원부문과 제조부문을 가지는 기업의 사례를 구성하고 상호배부법을 엑셀에서 구동 가능함을 보였다[6].

Togo(2014)는 지원부문이 4개이고 제조부문이 5개인 경우 원가배부 예를 만들고 엑셀을 이용해 상호배부법으로 원가를 배분하는 수리모형을 구성하고 그 계산 결과를 제시하였다[7].

즉 가장 최근의 선행연구에서도 엑셀을 이용한 상호배부법의 예[8]를 드는 정도의 학술연구만 진행된 수준으로 의료분야 빅데이터[9]와 AI에 부응하는 분석방법이나 비교 연구는 전문한 실정이다.

본 연구와 선행연구의 차이점은 다음과 같다. 첫째, 기존 선행연구들이 엑셀의 한계에서 벗어나지 못하고 몇 개의 지원부문과 제조부문만을 다루고 있어 학술적 및 실무적인 한계가 뚜렷하다. 그 반면 본 연구에서는 Numpy, Pandas, Python 등을 이용해 매우 많은 수의 지원부문과 제조부문이 존재하는 상황에서도 원가배분 결과를 과학적인 방법으로 명시적으로 분석한다.

둘째, 시뮬레이션을 이용해 단 하나의 가상 예가 아닌 수천 번, 10만 번의 모의실험을 수행함으로써 방법론 간 차이에 대한 보다 명확한 결론을 얻을 수 있었다.

셋째, 기존 연구는 상호배부법이라는 엑셀로 풀이가

가능한, 프로그램상으로는 상대적으로 간단한 단 하나의 방법에 대해서만 매트릭스를 구성하고 문제를 풀어가는 방법을 취하였다.

이러한 이유로 지원부문이 수십, 수백 개에 달하는 복잡한 상황에서는 서비스제공비율 매트릭스를 과정별로 수정해야 하는 단계법을 적용하기 어려웠다. 그 반면 본 연구에서는 Python을 이용하여 복잡한 배부과정을 자동화하는 프로그램을 구축함으로써 수백 개의 지원부문이 존재하는 경우에도 원가배분을 가능하게 한다.

넷째, 본 연구는 상호배부법으로 매우 간단한 계산만 진행한 선행연구와 달리 원가배분의 주요 이슈 중의 하나인 단계법과 상호비교법을 비교하고 분석하기 위해 복잡한 현실적 상황을 구성하고 시뮬레이션을 진행함으로써 분석 결과의 신뢰성을 확보하였다는 점에서 선행연구들과 큰 차이를 나타낸다.

본 연구에서는 수치해석, 행렬 및 벡터처리 등 과학연산에 특화된 라이브러리와 Python 코딩을 통해 지원부문과 진료부문의 수가 매우 많고, 지원부문 간 상호 서비스를 제공하는 경우에 단계법과 상호배부법에 의한 원가 배분 결과가 어느 정도 차이가 발생하는지를 시뮬레이션과 결합하여 탐구하고자 한다.

### 2.2 원가배분 방법론

원가회계에서 지원(보조)부문의 원가를 진료(제조)부문으로 배분하는 방법은 일반적으로 세 가지가 있다.

우선, 직접법(direct method)은 지원부문끼리 주고 받은 서비스비율은 모두 무시하고 진료부서에만 지원부문 원가를 직접 할당하는 방안이다. 이 방법은 단순하고 명료하다는 점, 지원부문 간에 용역 수수 정도와 관련된 정보를 파악할 필요가 없으므로 적은 노력과 비용이 투입된다는 장점이 있다.

그 반면 단계법(step down method)은 지원부문간의 서비스 제공 정도를 고려하되 지원부문의 원가가 적거나 타 지원부문에 제공하는 서비스 비율이 낮은 부문의 경우에는 부문 간 서비스 제공 정도를 무시하는 방안이다.

이 방안은 보조부문 간 서비스 제공 정도를 부분적으로 반영하는 방안으로 지원부문의 계층적인 구조를 반영해 순서에 따라 금액을 배분한다. 직접법에 비해 원가배분의 정확성이 향상될 수 있다. 그러나 단계법은 순서에 따라 원가가 상호 간에 배분되므로 나중에 원가를 배분하는 지원부문은 이미 원가를 배분한 다른 지원부문에는 원가를 배정할 수 없다. 직접법과 상호배부법 사이의 중

간적인 방법으로 지원부문의 수가 많은 경우 계산의 복잡성이 현저히 증가한다.

마지막으로 상호배부법(reciprocal method)은 지원 부문 상호간 서비스 제공을 모두 고려하는 방법으로 상호작용에 대한 포괄적인 고려가 가능하고 정확한 원가를 배부할 수 있다는 장점이 있다. 그 반면 상호배부법을 명확하게 적용하기 위해서는 지원부문간의 서비스 제공 정도를 정확하게 측정하여야 하므로 많은 정보가 필요하고 시간과 비용이 투입된다는 점이다. 또한 부문 수가 증가하는 경우에는 선형방정식을 통해 해를 구한다. 과거 부문 수가 증가하는 경우에는 이러한 작업이 어려운 작업이었으나 Numpy 등을 통해 해결할 수 있다.

### 3. 원가배분 모형 구축

#### 3.1 모형 설계

원가배분방법에 따른 원가 차이를 탐구하기 위해 지원 부문과 진료부문의 수가 충분히 큰 병원을 가정하고 모형을 설계한다.

첫째, 진료지원 부문 수는 직접 진료부문의 수보다는 적게 설계해 진료부문이 지원부문보다는 더 많은 현실을 반영한다.

둘째, 지원부문 수가 원가배분율에 차이를 발생시키는 중요한 요인이 될 수 있으므로 지원부문의 수를 변화시켜 원가배분율 차이를 살펴본다. 이를 위해 지원부문의 수가 10개, 30개, 50개, 70개로 가정한다.

셋째, 지원부문 상호 간에 서비스 제공 정도에 따라 원가를 배분할 뿐만 아니라 진료부문에 원가를 배분하므로 진료부문의 수에 따라서도 원가배분율 차이가 발생할 수 있다. 따라서 진료부문 수는 지원부문 수보다는 많게 설계한다. 진료부문의 수는 70개, 100개, 150개로 한다.

넷째, 지원부문에서 지원부문과 진료부문으로 제공하는 서비스비율은 무작위로 생성한다. 이렇게 무작위로 추출된 확률의 합은 1이 되도록 정규화의 과정을 거친다.

다섯째, 지원부문의 원가를 배분하므로 지원부문원가는 실무적인 상황이 반영될 수 있도록 1억에서 10억 사이의 값을 가지는 것으로 하되 매 계산에서는 확률적으로 추출되도록 한다.

여섯째, 진료부문의 규모는 보조진료부문의 규모보다는 큰 것이 통상적이므로 5억에서 20억 사이의 값을 가지는 것으로 하되 매 계산에서는 확률적으로 추출되는 것으로 한다.

일곱째, 지원부문간 서비스 제공량은 지원부문으로부터 진료부문에 제공하는 서비스비율에 비해 적은 것이 일반적이므로 적은 서비스 비율이 만들어지도록 랜덤하게 생성한다.

여덟째, 각 상황에서 방법간 차이를 알아보기 위해 주어진 각 상황을 10회 ~ 10만회 반복 수행하도록 하는 Monte Carlo 시뮬레이션을 실시해 결과의 안정성을 확인한다.

#### 3.2 Numpy와 Python을 활용한 실행 코딩

모형을 실행하기 위한 수리적 방법론과 Python 코드 생성 과정의 주요 내용만 간략히 설명하면 다음과 같다.

의료기관 내에  $n$ 개의 지원부문과  $m$ 개의 진료부문이 존재한다고 가정한다. 지원부문의 원가(SC)와 진료부문의 원가(PC)는 `np.random.randit()`로 생성한다. 그리고 지원부문으로부터 타 지원부문으로 서비스 제공비율을 나타내는  $(n \times n)$ 행렬  $[SS]_{n \times n}$ , 지원부문으로부터 진료 직접부문으로 서비스 제공비율을 나타내는  $(n \times m)$ 행렬,  $[SP]_{n \times m}$ 을 만든다. 그리고 이 두 행렬을 통합해  $n \times (n+m)$ 행렬을 만들기 위해 `np.stack()`을 이용해  $[SS:SP]_{n \times (n+m)}$ 을 만든다.

이 행렬의 각 행의 합을 1로 만들어 지원부문으로부터 제공된 서비스비율을 표시한다. 각 방법이 오차없이 원가배분을 정당하게 수행하였는지 확인하기 위해 지원부문원가 array의 합과 배분 후의 금액의 합이 일치하는지 확인한다. 이를 위해 `np.sum(SC)`와 `np.sum(배분후 금액)`을 비교한다.

##### 3.2.1 단계법

지원부문의 원가가 큰 순서로 배분 순위를 정해야 하므로 우선 `np.argsort(): -1`을 이용해 임의로 생성된 지원부문을 원가가 큰 순서로 배열한다. 배열된 인덱스를 이용하여 지원부문원가의 array를 재배열한다. 단계법에서는 타 지원부문을 배부받은 후의 지원부문의 원가는 '해당부서 고유의 지원부문원가+배부받은 타 지원부문의 원가'로 구성되므로 단계가 진행됨에 따라 다음 부문에 배부해야 할 지원부문이 지속적으로 갱신되는 특징을 가지고 있어 최초 지원부문원가를 바로 사용하지 못하고 변동된 지원부문이 사용되어야 한다. 따라 최초값이 유지되지 못하고 계속 변동된다.

이에 따라 원래 자기 자신부서의 지원부문은 고정시키고 배부과정에 따라 수정되는 지원부문원가를 별도로 유

지해야 한다. 그러므로 배열된 최초 지원부문을 고 정하기 위해 np.copy(SC\_sorted)를 생성한다.

또한 단계법에서는 지원부문의 원가를 배분하는 과 정에서 서비스 행렬을 각 단계별로 수정해 주어야 한다. 이 를 위해 새로운 행렬을 정의하기 위해 def New(행렬)를 생성하고 행렬의 각 요소에 대해 다음 작업을 수행한다. 우선 i번째 행에 대해, j가 0부터 i까지 반복하면서 해당 요소를 0으로 설정하는데 이를 통해 행렬의 대각선 아래 쪽 요소들을 모두 0으로 만든다. 그리고 난 후 New(행 령)의 i번째 행의 합을 계산하고, 해당 행의 모든 요소를 총합으로 나누어 각 행의 합이 1이 되도록 정규화 한다.

```
def New(matrix)
    New =np.copy(matrix)
    for i in range(n):
        for j in range(i+1):
            New[i, j]=0
    for i in range(n):
        row_sum=np.sum(New[i])
        New[i]/=row_sum
    return N
```

마지막으로 먼저, result=[ ]를 통해 결과를 담기 위한 빈 리스트를 만들고 for루프를 이용해 SC\_item에 현재 지원부문의 총원가를 할당한다. 이미 배정된 원가에 현 재 지원부문을 더한 값을 사용해 result\_item을 계 산한다. 이를 통해 각 지원부문에 대한 제조부문에 배 정된 원가가 상위 지원부문에서 하위 지원부문으로 내려오 는 과정을 모델링할 수 있다. 모든 지원부문에 대한 총원 가 할당이 완료되면, 각 지원부문에 대해 계산된 할당된 총원가를 result 리스트에 저장한다.

```
for i in range(n):
    if i ==0 :
        result =(SC[i]*New[i])
    else:
        revised_SC = SC[i]*New[i]=0
        result=(revised_SC*New[i])
    results.append(result)
```

그리고 item\_SC\_v라는 빈 리스트를 생성하고 반복문 을 통해 results리스트에 있는 각 값을 위 리스트에 추가 하여 각 지원부문에 대한 할당된 총원가를 순서대로 저 장한다.

```
item_SC_v=[]
for i in range(n):
    item_SC_v.append(result[i])
```

마지막으로 p\_value라는 리스트를 생성하여 각 제조 부문에 대해 계산된 지원부문의 합을 저장하며 진료부문 수 만큼 반복시행한다. 이를 통해 해당 진료부문에 대해 보조 부문비를 할당하게 된다.

```
p_value =[ ]
for j in range(m)
    p_i =sum(result_item[m+j] for results-item in results)
    p_values.append(p_i)
```

### 3.2.2 상호배부법

상호배부법을 적용하기 위해서는 선형방정식을 만들 면 된다. 따라서  $(I - S)X = C$ 를 만들어 X를 구하기 위해  $(I-S)$ 을 구한다. 단위 행렬(identity matrix)에서 지원부 문 간의 서비스율을 차감함으로써  $(I - S)$  행렬을 계산하 고 이 행렬의 전치행렬(trans)을 구한 후 전치행렬의 역 행렬(inv)을 구한다. 만약 역행렬이 존재하지 않으면 상 호배부법을 적용할 수 없다.

```
I_m_S = (I - S)
trans_I_m_S = (I - S)^T
trans_I_m_S_inv = np.linalg.inv(trans_I_m_S)
```

그리고 이 행렬의 역행렬 즉,  $inv(I - S)^T$  과 지원부 문의 총원가 벡터와 곱하여 각 지원부문에 할당된 총 원 가를 구하고 이를 저장하는 행렬을 구한다.

그리고 마지막으로 지원부문에 할당된 총원가행렬(M) 과 제조부문에 대한 서비스비율 행렬(SP)을 곱해 제조부 문에 할당된 총원가(T\_C)를 산출한다.

```
M = np.dot(trans_I_m_S_inv, SC)
T_C = np.dot(M, SP)
```

상호배부법은 선형방정식의 해를 구하고 이 값을 진료 부문에 할당하면 되므로 단계법에 비해 상대적으로 간단 한 코딩을 통해 원가를 배부할 수 있다.

### 3.2.3 오차율 계산

상호배부법은 이론적으로 가장 타당한 방법이므로 오 차율은 상호배부법에서 제시하는 결과와의 차이로 산정 한다. 많은 수의 지원부문과 진료부문이 존재하는 상황 에서 지원부문으로부터 진료부문에 배부된 원가의 차이 를 구해야 하므로 우선 Numpy 배열을 형성하고 직접법 배열과 단계법 배열, 그리고 상호배부법 배열의 요소간 의 차이를 구한다. 예를 들어 단계법과 상호배부법에 의 한 array내에서 각 요소별 원가차이는 다음과 같다.

$D_{step-reciprocal} = np.array(Step) - np.array(Reciprocal)$   
 요소별 오차율( $Error(\%)$ )을 산정하기 위해 해당 차이와 상호배부법에 따라 산출된 배분원가( $AC_{step-reciprocal}$ )와의 비율을 계산한다. 상호배부법에 의한 원가로 나눔으로써 표준화된 요소별 오차율( $Error(\%)$ )을 산정한다.

$$Error(\%) = \left( \frac{np.array(D_{step-reciprocal})}{np.array(AC_{reciprocal})} \right)$$

array내에서 요소별 오차율(%)은 (+)차이 또는 (-)차이를 나타낼 수 있어 이들로부터 평균을 구하면 이 차이가 서로 상쇄될 수 있어 상쇄 효과를 제거하기 위해 각 요소별 오차의 절대값을 취한 후 이를 평균하여 최종적인 오차율(차이율)을 산정한다.

$$Error_{mean} = [np.mean(np.abs(Error(\%)))]$$

### 3.2.4 시뮬레이션 수행과 결과 저장

각 방법론에 따른 평균오차율은 여러 상황에서 다르게 산출될 수 있어 본 연구에서는 Monte Carlo 시뮬레이션을 수행한다. 이 방법은 지원부문, 진료부문, 서비스제공용, 지원부문의 원가 등에 따라 결과가 달라질 수 있는 상황에서 확률적인 모델링 및 분석을 위한 좋은 방법이다.

이 방법을 사용함으로써 무작위 샘플링을 통해 추출된 임의의 입력 값들에 대한 원가배분 결과의 분포를 추정할 수 있다. 모델 실행을 위한 코드가 작성되었으므로 디셔너리를 초기화하고 시뮬레이션을 실행한다.

```
for num_s, num_t in zip(num_s, num_t)
    sim_result{ }
    for_ in range(num_sim)...
```

그리고 시뮬레이션 결과를 저장하기 위해 Pandas를 이용해 append한다. 그리고 그 결과를 엑셀로 보내기 위해 Openpyxl을 사용한다. 시뮬레이션 결과를 리스트에 추가한후 그 결과를 데이터프레임으로 전환한 후에 엑셀로 출력한다.

```
simulation_result.append(results)
df=pd.DataFrame(simulation_r)
df.to.excel("simulation_r", index=False)
```

## 4. 사례를 통한 분석

### 4.1 코드를 이용한 (3x4)사례 검증

우선 본 연구에서 설계한 분석 코드의 신뢰성을 판단하기 위해 다음과 같은 자료로 수작업과 코딩에 의한 결

과를 상호 비교하는 검증절차를 수행하였다. 지원부문수가 3개를 초과하는 경우에는 수작업으로 해를 구하기는 많은 시간이 투입될 수 있어 지원부문을 3개, 지원부문의 원가는 2억 -10억원으로, 그리고 용역 수수 정도를 표시하는 매트릭스를 구성하였다.

- . 지원부문수 : 3개
- . 진료부문수 : 4개
- . 지원부문원가(억원)= [10, 4, 2]
- . 진료부문원가(억원)= [5, 10, 60, 20]
- .  $np.array( ) = \begin{bmatrix} 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.2, 0.1, 0.2 \\ 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.2, 0.1, 0.2 \\ 0.1, 0.1, 0.0, 0.1, 0.2, 0.2, 0.3 \end{bmatrix}$
- .  $inv(I - S)^T = \begin{bmatrix} 1.02, 0.13, 0.12 \\ 0.11, 1.03, 0.11 \\ 0.12, 0.13, 1.02 \end{bmatrix}$

수작업과 전산프로그램 계산 결과가 동일한 것으로 확인하였고 직접법, 단계법, 상호배부법에 의해 진료부문에 배부된 금액(천원)은 다음과 같다.

- 직접법 = [389,285, 289,285, 607,142, 314,288]
  - 단계법 = [370,310, 315,624, 5531,30, 360,936]
  - 상호배부법 = [378,135, 305,408, 573,993, 342,462]
- 각 방법에 따른 배부액과 상호배부법 금액을 기준으로 한 평균오차율( $Error_{mean}$ )은 다음과 같았다.

Table 1. Error rate(%) to the reciprocal method (num =1)

	P1	P2	P3	P4	all
Error1	5.0	-8.6	9.4	-13.6	9.2
Error2	2.9	-5.3	5.8	-8.2	5.6
Error3	-2.1	3.3	-3.6	5.4	3.6

Error1: (direct- step down)/reciprocal  
 Error2: (direct- reciprocal)/reciprocal  
 Error3: (step down- reciprocal)/reciprocal  
 $P_i$ : the i-th clinical department

각 방법 별 상호배부법 대비 오차율을 보면 직접법의 경우 array 요소 내 과다배부 또는 과소배부 등 편익이 크게 나타나고 절대값 기준의 편익은 9.2%이다, 직접법과 단계법 간 차이의 상호배부법 대비 오차율은 5.6%로 조금 축소된 모양이고 마지막으로, 단계법과 상호배부법 간의 차이는 3.6%로 가장 작다.

직접법의 경우는 지원 부문간 서비스 제공을 전부 무시할 뿐 만 아니라 이로 인해 상호배부법 대비 오차율이 크게 발생하므로 간편하다는 장점에도 불구하고 의료행위 원가계산에서는 적합하지 않은 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 선택 가능한 두 가지 대안으로서 단계법과 상호배부법을 시뮬레이션으로 심층 분석하였다.

#### 4.2 자료 구성과 시뮬레이션 결과

병원의 경우 일반제조업과 달리 다양한 유형의 의료행위(제품)를 시행(생산)하며 다양한 장비를 갖추고 있으나 기본적으로는 노동집약적 산업이라는 특성이 있다. 따라서 조직이 방대하고 많은 지원부서, 진료부문(직접, 간접)이 존재한다는 점, 그리고 지원부서 간, 간접진료부서 간에도 설로 밀접한 관련을 맺고 상호 간에 서비스를 제공한다.

또한 부문내(지원부서, 간접진료) 서비스 제공율이 부문간(지원부서->간접진료, 간접진료->직접진료 등) 제공되는 서비스 비율에 비해 상대적으로 적다는 점, 부문이나 활동을 원가중심점으로 설계하는 경우 원가 분포는 다양하나 본 연구에서는 1억원 - 20억원으로 수준으로 설계하였다.

이를 통해 원가분석 현장에서 실무적으로 활용하는 경우의 차이를 분석하고자 하였다. 우선 사례그룹을 지원부문 수보다 진료부문의 수가 많은 사례 그룹1)과 지원부문 수보다 진료부문의 수가 적은 사례 그룹2)로 나누어 다음과 같이 가정하였다.

-사례 그룹1:

- . 진료부문수(개) : [70, 140, 280]
- . 지원부문수(개) : [10, 20, 30, 40, 50, 60]
- . 지원부문원가 : 1억원 ~10억원
- . 서비스배부율
  - 지원부문간 서비스제공율 : (0.01 ~0.09)
  - 진료부문으로 서비스제공율 : (0,1 ~0.2)

-사례 그룹2:

- . 진료부문수(개) : [10]
- . 지원부문수(개) : [10, 20, 30, 40, 50, 60]
- . 지원부문원가 : 1억원 ~10억원
- . 서비스배부율
  - 지원부문간 서비스제공율 : (0.01 ~0.09)
  - 진료부문으로 서비스제공율 : (0,1 ~0.2)

각 사례 그룹에 대해 시뮬레이션 횟수는 다음과 같이 수행한다.

시뮬레이션 =10, 100, 1,000, 10,000, 100,000회

#### 4.3 분석 결과

사례 그룹1)의 경우 두 모형이 산출하는 결과는 다음 Table 2 - Table 5와 같다.

Table 2. Gap between Step-Down and Reciprocal Method(%) (num =10)

	10	20	30	40	50	60	all
70	0.97	1.29	1.60	1.65	1.70	1.99	1.64
140	0.63	0.63	0.82	1.02	0.89	1.23	0.87
280	0.21	0.38	0.42	0.50	0.45	0.55	0.42

Table 3. Gap between Step-Down and Reciprocal Method(%) (num =1,000)

	10	20	30	40	50	60	all
70	1.04	1.35	1.54	1.67	1.76	1.86	1.54
140	0.55	0.59	0.95	0.99	0.90	1.13	0.85
280	0.20	0.29	0.50	0.58	0.56	0.59	0.43

Table 4. Gap between Step-Down and Reciprocal Method(%) (num =10,000)

	10	20	30	40	50	60	all
70	1.04	1.35	1.54	1.67	1.76	1.86	1.54
140	0.70	0.72	0.95	1.01	0.94	1.09	0.90
280	0.27	0.40	0.45	0.47	0.55	0.58	0.45

Table 5. Gap between Step-Down and Reciprocal Method(%) (num =100,000)

	10	20	30	40	50	60	all
70	0.67	1.44	1.43	1.93	1.69	2.04	1.53
140	0.55	0.74	0.79	0.89	0.90	1.00	0.81
280	0.30	0.36	0.54	0.53	0.53	0.62	0.48

Table 2 - Table 5로부터 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 진료부문 수 > 지원부문 수인 경우에는 주어진 조건 하의 시뮬레이션에서 단계법과 상호배부법에 의해 배분된 원가 차이는 크지 않고 10회 시뮬레이션 하에서도 2% 범위 내 차이를 보였다.

둘째, 지원부문의 수가 증가할수록 지원부문간 서비스 제공 정도를 일부 무시하는 단계법의 경우 지원부문 간 서비스 비율이 일부 무시되는 정도가 심해지므로 오차율은 증가하는 경향이 있다.

셋째, 지원부문의 수가 증가할수록 오차율은 증가하는 경향이 있으나 증가하는 정도는 서서히 줄어든다.

넷째, 시뮬레이션 횟수가 증가하더라도 전체적인 오차율은 매우 안정적일 뿐 만 아니라 시뮬레이션 회수를 10회에서 100,000회까지 증가시키는 경우 요소별 오차율은 매우 미세하게 감소하는 경향이 있다.

다섯째, 시뮬레이션 횟수가 증가하는 경우 평균오차율(all)은 감소하나 1,000회로부터 10만회로 증가하더라도 매우 안정적인 미세한 변화를 보이고 1.53% 수준으로 줄어들었다.

여섯째, 지원부서의 수가 고정된 상태에서 진료부문의 수가 늘어나는 경우 오차율이 감소하는 경향을 나타내고 있다. 예를 들어 시뮬레이션 횟수 10회, 지원부문 10개이고 진료부문이 70, 140, 280으로 늘어나는 경우 오차율은 큰 폭으로 감소하였다. 그러나 시뮬레이션 횟수가 늘어날수록 차이율은 감소하는 것으로 나타났다.

일곱째, 시뮬레이션이 진행될수록 결과가 진료부문 수(즉 70, 140, 280개)가 미치는 영향은 감소해 오차율이 서로 수렴하는 것으로 나타났다.

여덟째, 시뮬레이션 횟수가 변동됨에 따라 요소별 오차율은 감소하거나 증가하는 등 내부적으로는 원가배부 대상이 되는 진료부문의 수에 따라 변동 정도가 상이하나 그 폭은 크지 않은 것으로 나타났다. 예를 들어 지원부문 30개, 진료부문 280개인 상황에서 시뮬레이션이 진행됨에 따라 0.42, 0.5, 0.45 등으로 소폭 변동되었다.

마지막으로 진료부문 수가 70개인 경우를 대상으로 시뮬레이션 회수를 10만회로 증가시킨 경우에도 전체 평균오차율은 1만회 대비 0.01% 변동에 그쳐 전체적으로 1.53% 수준의 오차가 나타났고 매우 안정적인 것으로 분석되었다.

사례 그룹2)는 사례 그룹1)에 비해 다소 현실성이 떨어지는 사례이긴 하나 사례 그룹1)과 달리 지원부문의 수가 많은 경우를 가정한 분석 사례이다. 이제 사례 그룹2)의 경우를 살펴보면 결과는 다음 Table 6 - Table 9와 같다. 이 결과로부터 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

Table 6. Gap between Step-Down and Reciprocal Method according to Simulation Iteration(%)

	10	20	30	40	50	60	all
10	5.13	5.72	6.00	6.15	6.26	6.32	5.99
100	5.38	5.66	6.10	6.05	6.32	6.42	5.99
1,000	5.20	5.74	5.97	6.14	6.27	6.35	5.94
10,000	5.13	5.72	6.00	6.15	6.26	6.32	5.93

\*10: num of production department

Table 7. Gap between Step-Down and Reciprocal Method(%) (num =100,000)

	10	20	30	40	50	60	all
10	5.13	5.72	6.00	6.15	6.26	6.32	5.93

\*10: num of production department

Table 8. The rate of change in the gap between Step-Down and Reciprocal Method(%)

	10	20	30	40	50	60	all
10	-	11.5	4.9	2.5	1.8	1.0	-
100	-	5.2	7.8	-0.8	4.5	1.6	-
1,000	-	10.4	4.0	2.8	2.1	1.3	-
10,000	-	11.5	4.9	2.5	1.8	1.0	-

Table 9. Gap between Step-Down and Reciprocal Method(%) (num\_simulation =100)

	70	90	100	150	500	1000	all
10	5.33	7.57	11.33	7.77	9.12	6.85	7.99

\*10: num of production department

첫째, 진료부문 수 < 지원부문수인 경우에는 주어진 조건과 시뮬레이션 하에서 단계법과 상호배부법에 의한 원가배분의 오차는 사례 그룹1)의 경우보다는 크게 나타났다. 다만 오차율은 6% 이내에서 변동되었다.

둘째, 사례 그룹1)과 마찬가지로 지원부문의 수가 증가할수록 지원부문간 서비스 제공 정도를 일부 무시하는 단계법의 경우 서비스 부문간 서비스 제공율이 일정 수준에서 무시되는 정도가 심해지므로 오차율은 증가하는 경향이 있다.

셋째, Table 8에서 알 수 있는 바와 같이 사례 그룹1)과 마찬가지로 지원부문 수가 증가할수록 오차율은 증가하는 경향이 있으나 증가하는 정도는 서서히 줄어드는 경향이 있다.

넷째, 시뮬레이션 횟수가 증가해 100,000회까지 증가하더라도 전체 평균오차율(all)은 매우 안정적인 경향을 보이고 5.91% 수준으로 줄어든 것으로 나타났다.

한편, 실무에서는 발생하기 어려운 비현실적인 상황이지만 지원부문의 수가 진료부문 수에 비해 극단적으로 많은 경우를 가정할 수 있다. 아래 예는 진료부문의 수는 10개인 반면, 지원부문의 수는 70개 - 1,000개 사이에 분포하는 경우에 대한 시뮬레이션 결과이다.

진료부문이 10개인 상태에서 지원부문의 수가 급격히 증가하는 경우에는 오차율이 증가하다가 감소하는 등 불규칙적인 변화를 나타낸다. 이 경우에도 지원부문의 증가로 인해 사례2)의 경우보다는 오차율이 크게 나타났다.

#### 4.4 해석 및 시사점

본 연구에서 살펴본 바와 같이 두 방법에 따른 오차율은 지원부문의 수가 제조부문의 수보다 큰 경우에 더 크

게 발생하였다. 지원부문이 제조부문 수에 비해 적은 경우에는 100,000번까지의 모의시험에 2% 이내의 오차를 나타냈으나 지원부문이 제조부문 수에 비해 많은 경우에는 약 6% 이내 오차를 나타내는 것으로 나타났다.

지원부문 수가 제조부문 수에 비해 100배나 많은 매우 비정상적인 상황에서도 그 차이는 특별히 확대되지 않고 전체적으로는 일정 한계 내로 통제되었다.

여기서 얻을 수 있는 시사점은 첫째, 진료부문의 수가 증가할수록 보조부문비가 여러 부문에 넓게 배부되므로 오차 정도는 감소한다는 점이다. 이는 다른 측면에서 본다면 보조부문은 많은데 진료부문 수가 적은 경우에는 배분된 원가가 적은 수의 진료부문에 누적됨으로써 오차율이 커진다. 따라서 어느 방법을 사용할 지는 조직의 구조에 의존한다는 것을 알 수 있다.

둘째, 단계법과 상호배부법의 계산 결과가 크지 않다는 점이다. 특히 보조부문의 수보다 진료부문의 수가 더 많은 일반적인 상황에서는 2% 이내 범위로 수렴하였다. 통상적인 상황에서 '원가배부율 차이 2% 이내' 범위를 중요하다고 판단할 것인지 중요하지 않다고 판단할 것인지는 원가계산 목적, 결과의 활용방안, 보다 정확한 원가계산을 위한 추가적인 비용 등에 따라 달라질 수 있다. 2% 이내 수준의 오차를 줄여 보다 정확한 원가 배부가 달성할 수 있는 효익과 이를 위해 지불해야 하는 비용이 측정되어야 할 것이다.

셋째, 지원부문간 또는 지원부문으로부터 진료부문으로 제공되는 서비스 비율을 정확하게 측정할 수 없다면 선형대수학에 기초한 원가배분도 그 효과를 충분히 발휘하는 데 한계가 있다는 점이다. 따라서 부문을 잘 정의하고 서비스 배부기준이나 배부율과 관련된 명확한 자료가 준비되어야 한다. 부문별원가계산이든 ABC원가계산이든 자원을 소비하는 원가대상이 있고 원가대상 간에 상호 자원을 소비하는 경우에는 본 연구 방법을 온전히 적용할 수 있으며 부문간에 서로 밀접한 관련을 가지고 상호용역을 제공하는 상황에서 약 2% 이내의 오차율이 중요한 차이가 아니라면 단계법을 적용하는 경우에도 원가계산 결과의 차이는 크게 없을 것이다.

다만 매우 큰 매트릭스를 처리하는데 어려움이 있었던 과거와는 달리 빅데이터 처리 기법이 발달한 현재 상황에서는 상호배부법을 적용하는 것이 모형 구성이 더 쉬운 면이 있다. 따라서 자료수집 비용이 크게 증가하지 않는다면 상호배부법을 사용하는 것을 적극적으로 검토할 필요가 있다.

본 연구에서 Pandas, Numpy와 같은 데이터 분석과

수치 계산을 위한 Python의 핵심 라이브러리를 활용해 단계법과 상호배부법에 의한 원가배부율 차이에 대한 결과를 얻을 수 있었다는 점은 두 가지 지배적인 방법론을 활용하는 경우에도 많은 도움이 될 것이다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구에서는 일반 영리기업의 제조원가 부문 뿐 만 아니라 의료기관 원가계산에서 지원부문 원가를 진료부문 등에 배부해야 하는 경우 단계법과 상호배부법 중 어느 방법을 선택하여야 하는지에 대한 근본적인 질문에 대한 시사점을 제공하였다. 본 연구에서는 보건의료 분야 뿐 만 아니라 회계학 분야에서도 시도된 적이 없는 다수의 지원부문과 제조부문이 존재하는 복잡한 서비스 제공 상황에서 단계법과 상호배부법에 의한 원가배분 코드를 완성하고 각 방법에 따른 원가배분액과 그 차이 정도를 구하였다.

전통적인 회계 관점의 한계와 향후 연구방향은 다음과 같다. 첫째, 시뮬레이션을 최대 10만번 까지 수행하였음에도 불구하고 원가배부율에 영향을 미칠 수 있는 더 많은 영향 요소들이 발견되고 이들 요소가 시뮬레이션에 도입된다면 결과가 변화될 수도 있다.

둘째, 단계법의 경우 상호배부법에 비해 수리모형이 더 복잡하고 부문 간 상호작용과 서비스 제공비율이나 금액의 크기 등 배부 순서에 따라 원가배분 결과가 달라질 수도 있다. 이외에도 원가담당자의 주관적 요소에 따라 배분 순위를 변경할 수도 있다는 점에서 조금 더 단순하면서도 오차율이 적게 되는 방법에 대한 개발도 필요하다.

한편, 의료기관 원가계산과 관련하여 다음과 같은 추가 연구가 필요할 것이다.

첫째, 데이터 분석기법의 발달로 빅데이터를 처리하는 방법론이 발달하고 처리도 가능해졌으므로 패널의료기관으로부터 원시 자료를 획득하고 오류를 발견하고 수정해 신뢰성을 높이는 데이터 품질 향상과 관련된 연구가 추진될 필요가 있다.

둘째, 의료기관은 일반 제조업에 비해 조직이 복잡하고 많은 부문과 활동을 가지고 있다. 따라서 부문이 제공하는 서비스나 활동의 상호관계를 파악하고 원가대상을 명확하게 할 필요가 있다. 원가대상이 행위, 진료과, 부문 등으로 정해지면 해당 수준에서의 상호관계와 서비스 제공 정도를 엄밀히 파악하는 것이 원가계산의 질을 높

이는 중요한 과정이 된다.

셋째, 현행 행위 상대가치점수는 의사업무량 상대가치 점수와 진료비용 등이 혼합되어 신뢰할만하고 균형있는 상대가치로서 기능이 일부 미흡한 면이 지속적으로 지적되고 있다. 따라서 이를 개선할 수 있는 한 방안으로 행위별 원가 결과를 기준으로 하는 상대가치방법론을 검토할 필요가 있다. 마지막으로 본 연구 결과가 행위원가계산 등 다양한 의료원가계산 분야에서 활용되기를 기대한다.

## References

- [1] Ministry of Health and Welfare, Reform of the Fee System (Relative Value Score) for Strengthening Compensation for Essential Medical Services such as Hospitalization and Surgery, 2023.9.21.
- [2] Central Accident Response Headquarters of the Ministry of Health and Welfare, Expansion of Medical School Admissions by 2000 Students, and Strengthening Measures for Essential Medical Services, 2024.3.18.
- [3] Horngren , C. T. , Datar , S. M. , Rajan , M. V ., *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, 14th ed., Pearson-Prentice Hall, 2012.
- [4] R.S. Kaplan, "Variable and self-service costs in reciprocal allocation models", *The Accounting Review*, vol.48(4), pp.738-748, 1973.
- [5] F. Lowenthal and M. Malek, "Reciprocal service department cost allocation and decision making", *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, vol.2005(3), pp. 137-147, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1155/IAMDS.2005.137>
- [6] Gerald K. Debusk, "An Easy Way to Allocate Support Department Costs Using the Reciprocal Method", *Journal of Cost Analysis and Parametrics*, Vol. 1(1), pp. 25-40, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/1941658X.2008.10462209>
- [7] D. Togo, "Improving Accounting for Cost Allocations from Support to Revenue-Generating Departments with Reciprocal Method", *American Journal of Health Science*, vol.5(1), pp. 137-147, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.19030/ajhs.v5i1.8611>.
- [8] Margit Malmlose, Jogvan Pauli Lydersen, Assessing hospital cost data quality in the quest for a cost-effective health care, *Research Square*, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-113830/v1>
- [9] Health Insurance Review and Assessment Service (HIRA), HIRA Big Data Open Portal, 2024.4

오 동 일(Dongil O)

[정회원]



- 1984년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 서울대학교 대학원 경영학과 (경영학석사)
- 1991년 8월 : 서울대학교 대학원 경영학과 (경영학박사)
- 1991년 9월 ~ 1992년 3월 : 삼일 회계법인 경영컨설팅부문
- 2010년 3월 ~ 2011년 2월 : University of Windsor Visiting Scholar
- 1992년 4월 ~ 현재 : 상명대학교 글로벌금융경영학과 교수

<관심분야>

원가분석, 성과평가, 병원경영, 건강보험, 공공정책