

보건의료기술의 혁신과 확산방안 모색

Simple Economics of New Health Technology Adoption and Diffusion



김대중 한국보건사회연구원 부연구위원

보건의료기술이 국민건강에 미치는 영향을 고려할 때 의료분야에서 어떻게 혁신 또는 진보가 이루어지는지 이해하는 것은 매우 중요하다. 본 고에서는 의료기술의 발전은 혁신시스템의 관점에서 접근할 필요가 있으며, 시스템의 구성요소들이 선순환 과정을 거치면서 지식을 끊임없이 축적하는 과정에서 혁신이 일어날 수 있음을 살펴보았다. 또한 보험등재여부, 보험가격결정, 시장에서의 경쟁과 같은 사회·경제적 요인이 신의료기술의 혁신과 확산에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 간단한 모델을 통해 분석하였다.

1. 서론

최근 보건의료분야에서의 기술혁신은 눈부시다. 모바일 헬스 등 때와 장소의 구애없이 의료서비스 혜택을 받을 수 있는 기술은 이미 일부 상용화 되어 있고, 유전자 분석과 검진을 통한 개인 맞춤형 진단 및 치료제, 줄기세포 등도 개발되고 있다. 치료기술에 있어서도 로봇수술이나 의학 영상기술이 시술에 접목되어 최소한의 상처만을 내고도 수술할 수 있는 방법들이 개발·시행되고 있다. 인공조직, 인공장기 기술 분야도 인공 신장과 인공 심폐장치를 넘어서 인공혈관과 관절, 식도와 혈액까지 거의 전분야에

걸쳐 연구가 진행되고 있다.

기술혁신은 현대사회에서 산업의 발전과 국부창출, 나아가 건강수명 연장 등 국민의 행복에 절대적인 영향을 미치는 요인으로 작용한다. Schumpeter(1934)는 경제를 하나의 유기체로 보고, 이 유기체는 기술혁신이라는 창조적 파괴(creative destruction)에 의해 성장, 발전한다고까지 하였다¹⁾. 신의료기술 분야는 향후 세계시장에서 높은 성장이 예상되는 분야로 기술혁신을 지속할 경우 국민경제 기여도가 높을 것으로 보인다. 반면에 보건의료기술의 발전은 의료비 상승을 주도하고, 의료이용의 형평성을 악화할 수 있는 소지가 있다. 1992년 Newhouse는 의료비

1) Schumpeter, J.A., The theory of economic development, Harvard, 1934. Schumpeter는 그의 저서에서 시장구조가 기술혁신에 영향을 미친다는 가설을 제시하여 이 후 많은 경제학자들에 의해 실증연구가 이루어졌음.

상승을 야기하는 수요요인(인구의 고령화, 소득 증가 등)과 공급요인(공급자 유인수요, 타분야에 비해 발생하는 생산성 격차 등)을 망라하여 추정한 결과, 이들 요인이 의료비 상승에 기여하는 비중은 50% 미만이라고 추정하였다. 미국 의료비상승원인의 나머지 50%는 신의료기술에 있다고 결론내었다. 동일한 결론이 미국 CBO(2008)에서도 확인이 되었다.^{2) 3)} Pita Barros(1998)은 한 국가에서 개발된 의료기술이 다른 국가들에 급속도로 퍼지는 속성이 있기 때문에 일인당 의료비 지출은 수렴하는 현상을 보이며, 의료비 수준이 낮은 국가일수록 의료비 지출 상승률이 높을 것으로 예상하였다. 그의 계량연구는 이러한 가설을 어느 정도 뒷받침하고 있으나, 의료기술의 발전이 의료비 상승에 미치는 구체적인 기전에 대해서는 설명이 부족하다. 이를 이해하기 위해서는 신의료기술 혁신 및 확산의 메카니즘과 결정요인에 대한 이해가 필요하다.

의료혁신 과정은 의학 및 의료 관련 분야에서 공공과 민간의 영역이 포함되고, 혁신을 일으키는 인센티브 시스템과 자원 배분 과정은 질병의 영역에 따라 다르게 나타날 수 있다. 또한 혁신의 과정은 다양한 참여자와 조직에 걸쳐 발생하는 시스템적 과정으로 이해할 수 있다. 그러나 의료기술의 발전이 질병의 영역과 시대에 따라 어떻게 차이를 보이는지, 국가 간 차이의 원인

은 무엇인지 등 관련된 질문에 대한 연구가 부족하다. 관련 연구가 부족한 이유는 의료분야에서의 혁신이 매우 다양하고 폭넓기 때문일 것이다. 본 고에서는 보건의료기술의 혁신과 확산의 특수성에 대한 기존 연구를 먼저 살펴보고, 여러 결정 요인 중 특히 보험과 시장에서의 경쟁이 보건의료 기술의 채택과 확산에 미치는 영향을 개략적으로나마 살펴보고자 한다.

2. 보건의료기술의 혁신과 확산의 특수성

의료는 국민건강에 미치는 영향을 고려할 때 의료분야에서 어떻게 혁신 또는 진보가 이루어지는지 이해하는 것은 매우 중요하다. 전통적인 접근 방식은 과학기술분야에서의 돌파구 마련과 새로운 의료기술의 채택, 그리고 이러한 기술의 사용까지의 과정을 선형적인 과정-발견, 전임상, 임상, 허가, 제조 및 판매 과정-으로 이해하곤 한다. 이러한 관점에서는 의료기술의 발전을 사회경제적 요인 등과 관련 없이 외생적으로 결정된다고 간주할 가능성이 있다. 그러나 최근 이 분야에서의 연구결과를 보면 의료기술의 혁신은 이보다 훨씬 복잡한 것으로 보고되고 있다. Davide Consoli(2009)⁴⁾ 등은 [그림 1]에서와 같이 의료기술의 도입과 확산 메카니즘을 혁

2) Newhouse JP(1992). Medical care costs: How much welfare loss? Journal of Economic Perspectives, volume 6, pp.3~21.

3) CBO(2008). Technological Change and the Growth of Healthcare spending.

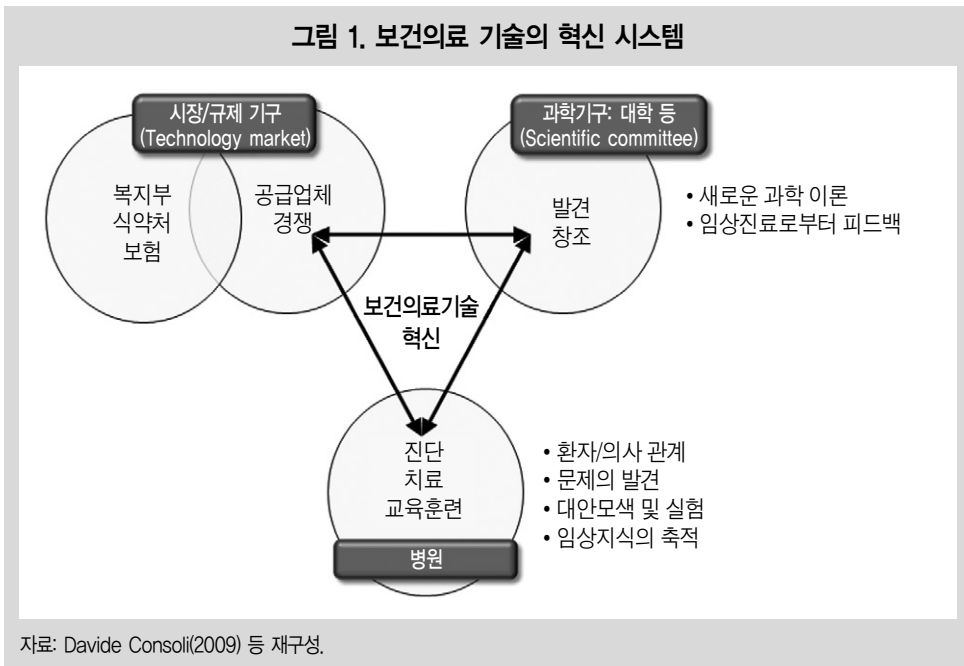
4) Consoli, D. and A. Mina(2009). An evolutionary perspective on health innovation systems, journal of evolutionary economics 19(2), pp.297~319.

신 시스템(innovation system)의 관점에서 바라 보았다. 이 논문에서는 보건의료기술의 혁신과 관련된 구성요인들-대학 등 과학기구, 시장 및 규제기구, 병원 등-이 상호의존적인 관계에 있으며, 의료기술의 혁신과 확산 역시 여러 복잡한 요인들의 상호작용 결과로 분석하였다. 또한 이 시스템은 동태적인 속성을 지니고 있어 어느 특정시점에서의 요인들간의 관계는 다른 시점에서의 관계와 차이가 있는 것으로 가정하였다. 이러한 시스템적 접근 방식은 다학제적인 기술과 지식이 필요하고, 새로운 임상적용 지식의 축적과 피드백 제공이 상시적으로 발생하는 보건의료분야의 혁신을 연구할 때 적합한 접근 방식으로 평가할 수 있다.

보건의료 혁신시스템의 구성요소 중 병원은 새로운 치료방법에 대한 임상진료가 행해지는

장소로 문제의 발견이나 대안모색을 위한 실험 등이 행해지는 장소이다. 병원에서 이뤄지는 환자와 의사간의 접촉은 의료인을 통해 과학계에 경험을 전달하는 통로의 역할을 한다. 과학기구는 임상진료로부터의 피드백을 바탕으로 신지식·신기술을 발견하고 창조한다. 이런 의미에서 대학병원과 같은 연구기능을 갖춘 병원은 임상진료와 기초과학분야 연구를 동시에 수행하기 때문에 매우 중요한 의미를 지니고 있다. 대학 등 과학기구와 시장기구간에도 긴밀한 상호의존관계에 있다. 과학기구는 새로운 진단 및 치료법을 연구하고 평가하고, 시장기구는 연구개발에 투자하는 투자자로서 개발된 제품을 상품화하고 규제당국의 허가를 받고 시판하기 위한 프로세스를 관리한다. 이러한 시스템의 구성요소들이 선순환 과정을 거치면서

그림 1. 보건의료 기술의 혁신 시스템



자료: Davide Consoli(2009) 등 재구성.

지식을 끊임없이 축적되는 과정에서 혁신이 일어날 수 있다.

의료기술의 혁신과 확산과정을 시스템의 관점에서 바라보았을 때 그 특수성을 Davide Consoli(2009)는 다음과 같이 정리하였다.⁵⁾ 첫째 혁신은 피드백 메커니즘에 의해 일어난다. 즉, 지식의 변경, 적용, 향상되는 과정 뿐만 아니라 혁신이 발생하는 환경(context)이 중요하다는 것이다. 의료인들이 문제점을 발견하고, 잠재적인 해결책을 찾아내지만, 이들과 연결된 기구들과 함께 공진(co-evolve) 하지 않으면 발전이 어렵다. 의료기술의 발전은 병원과 과학기구와 시장기구로 부터의 지속적인 피드백과 이들 간의 지속적인 교류를 통해 가능하다.

의료에서 피드백 메커니즘이 중요한 이유는 인체구조의 복잡성에서 기인하는 높은 불확실성 때문이다. 의료기술은 인체에 적용되기 때문에, 비록 문제를 해결하기 위한 효과적인 치료방법이 개발되었다 하더라도, 이를 적용하였을 때 어떤 반응이 일어날지 사전에 정확하게 예측하기는 어렵다. 따라서 의료기술의 발전은 새로운 기술을 실제 적용해보고 시행착오를 거치는 과정에서 이뤄진다.

둘째, 의료기술은 장기적 학습과정이 요구된다. 하나의 문제점에 대한 해결방안이 찾아지면 또 다른 문제점이 발생하고 이 과정에서 기존에 수립된 지식이 변경되는 과정이 반복된다. 이 과정에서 축적된 지식으로부터 혁신이 일어나며 그 과정은 일정한 변화의 궤도(trajectories of

change)를 그리게 된다. 혁신은 시간에 따라 발생하는 문제와 이를 해결하는 과정에 의해 발생하기 때문에 혁신의 방향이 사전에 결정이 되어 있지 않고, 무작위(random)적으로 발생하지도 않는다.

셋째, 혁신은 인센티브에 의해 좌우된다. 혁신시스템에는 다양한 조직(대학, 공공 및 민간 연구 활동 기관) 안의 다양한 관계자들(의사, 과학자, 기술자, 정책학자 등)이 참여하고 있기 때문에 이들에게 적용되는 인센티브가 어떠한가에 따라 혁신수준이 달라진다. 특히 규제기구(regulation)는 혁신 시스템의 틀 형성과 혁신의 결과에 주요한 역할을 한다.

만약 이러한 혁신 시스템 구성요소 간 부조화가 발생할 경우 이를 시스템 실패(system failure)로 정의할 수 있다. 만약 시스템 실패가 존재하면 기술진보와 혁신을 가속화하기 위한 정부의 정책개입이 필요하다. Carlsson and Jacobsson (1997)은 혁신시스템 실패의 원인을 네트워크 실패(network failure)와 제도 실패(institutional failure)로 나누어 설명하였다. 네트워크 실패는 혁신시스템에서 구성요소간 상호연계와 작용 그리고 긴밀한 협력이 필요한데 이러한 기능이 제대로 작동하지 않을 때 발생한다고 하였다. 네트워크 실패의 사례는 의료부문과 산업부문간의 연계 실패, 의료부문과 기초과학분야와의 협력 부족 등 다양한 요인이 있을 수 있다. 제도 실패는 경(硬)제도 실패(hard institutional failure)와 연(軟)제도 실패(soft institutional failure)로 나누었

5) Davide Consoli et al(2009). The process of health care innovation: problem sequences, systems, and symbiosis,, The economics of new health technologies, Oxford university press.

다. 경(硬)제도실패(hard institutional failure)는 시스템을 구성하고 있는 기관이 부족하거나 제 역할을 수행하지 못하는 것과 법, 규제 등이 혁신을 저해하는 경우에 발생한다. 연(軟)제도실패(soft institutional failure)는 문화적 환경, 사회적 가치, 관행, 기업가 정신, 신뢰 등과 같은 눈에 보이지 않는 요소들이 혁신을 저해하는 경우에 발생한다.

제도실패(institutional failure)의 사례를 보건의료분야에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 보건의료분야에서 정보통신기술(ICT) 융합과 확산이 잘 이루어지지 않는 사례가 하나의 좋은 사례이다. 정보통신기술(ICT)이 의료이용 비용을 줄이고, 접근성을 높이는데 도움이 될 수 있는 반면에, 실패에 따른 손실이 크고, 정보보호법 등에서 보호하고 있는 환자들의 정보가 흘러다닐 때 책임문제 등이 발생할 수 있다. 이러한 특징이 ICT 기술의 네트워크 외부효과(network externality)와 연계가 되면서 보급률 증가에 영향을 준다. 이를 해결하기 위해서는 ICT기술에 대한 표준 설정과 같은 적절한 법규제를 마련함으로써 일정부분 해결할 수 있다. 예를 들면 의료정보의 융합을 통한 새로운 서비스 제공을 위해서는 의료정보를 전자적으로 전송할 때의 표준 및 정보보호에 관한 사항을 규정하여 개인정보를 보호해 주어야 한다. 또한 의료인들은 새로운 보건의료기술의 출현이 전통적 의료모형을 해체시킴으로써 의료인들이 가지고 있던 기득권을 무너뜨린다는 우

려가 강하다. 이러한 경우 새로운 보건의료기술 이용에 대한 인센티브를 늘림으로써 혁신시스템의 제도 실패를 줄일 수 있을 것이다.

다음절에서는 시스템 구성요인 중 보험과 시장에서의 경쟁환경이 신의료기술 도입과 확산에 어떠한 영향을 미치는지 간략히 살펴보고자 한다.

3. 보건의료기술과 보험

보건의료기술의 혁신과 확산에는 건강보험 체계가 절대적인 역할을 한다고 볼 수 있다. 보험자는 제품의 비용효과성, 시급성, 사회적 요구도와 같은 건강보험 우선순위 원칙에 입각하여 보험등재여부 등을 판단하기 때문에 신의료기술개발자의 투자비용 회수가 불확실하고 따라서 신기술에 대한 투자속도에 결정적인 영향을 미친다⁶⁾. 신의료기술이 개발된다고 하더라도 의사가 어떤 시각을 가지고 환자에게 처방을 내리느냐에 따라 신의료기술의 채택과 확산이 결정 된다. 여기에서도 신의료기술에 대한 보험 지불체계 뿐만 아니라 의료인에 대한 보험지불 체계가 영향을 미칠 수 있다. 마지막으로 환자가 신의료기술에 대한 의사의 처방에 얼마나 순응(compliance)하는지도 변수이다. 결국 환자가 최종 결정을 하고 환자본인부담금을 지불하기 때문이다. 환자 본인부담금이 낮을수록 신의료

6) 신의료기술이 시장에서 제공되고 보험에 등재되기 위해서는 일반적으로 규제당국의 비용 효과성 분석 등을 거친 후 도입됨. 우리나라의 경우 국민건강을 보호하고 신의료기술의 발전을 도모하고자 신의료기술에 대한 안전성, 유효성 검증을 제도화하고 있음. 2004년 6월 2차에 걸쳐 신의료기술에 대한 시범평가를 실시한 이후, 2006년 10월 의료법을 개정하여 신의료기술 평가에 대한 법적 근거를 마련하였음.

기술을 포함해서 전체 의료기술에 대한 수요량은 증가할 것이다.

보험의 도입이 신의료기술개발에 어떤 인센티브를 제공하는지 이해하기 위해 간단한 모델을 통하여 분석하였다. 먼저 모델을 단순화하기 위해 McGuire(2000)⁷⁾에서와 같이 의사는 순이익(총 수입-진료비용-기회비용-노력비용)에 관심이 있고, 다른 의사들과 독점적 경쟁관계에 있다고 가정하며, 환자는 치료를 받을 것인지(all-or-nothing treatment option)만 결정한다고 가정하자. 이러한 가정하에서 보험의 도입이 사회적으로 바람직한 수준의 신의료기술 제공을 가능하게 할 것인가? 그리고 효율적인 신의료기술 제공을 위해 건강보험 보장율은 어느정도 수준이어야 할까? 이를 결정하는데 주요문제의 원인은 신의료기술의 혜택을 받는 사람간에 이질성(heterogeneity)이 존재한다는 것이다. 만약 보험당국이 환자의 상태를 정확히 알고, 보장성을 자유롭게 결정할 수 있다면 문제는 간단해진다. 이상적인 보험은 신의료기술이 효율적으로 적용되는 환자군, 즉, 건강수준 향상 등 사회적 가치(social benefit) 발생이 기술개발에 소요되는 비용 등 사회적비용(social cost) 보다 큰 환자군에겐 완전보험을 제공하고, 그렇지 않은 환자군에게는 환자본인부담금을 100% 적용하고, 환자가 이에 순응하면 균형상태가 되고, 사회적으로 최적인(first best) 자원배분이 가능하다. 그러나 일반적으로 보험당국이 환자의 질환상태에 대해 환자나 의사에 비해서 정보가 부족할 경우 도덕적 해이(moral

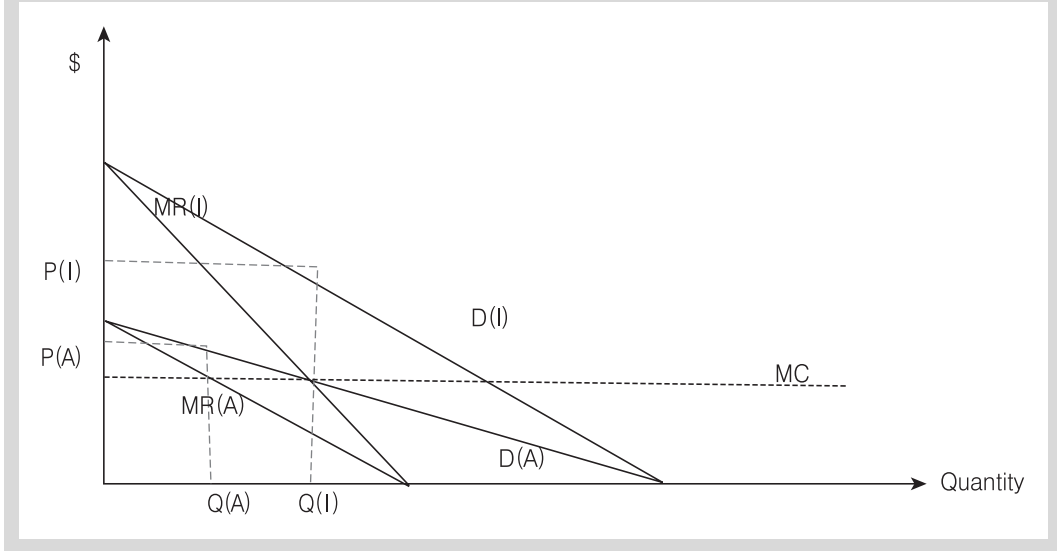
hazard)가 발생한다. 예를 들어 신의료기술이 중증환자에게 효율적으로 작용할 수 있을 때, 경증환자가 중증환자를 모방할 유인이 발생할 수 있다. 이 경우 환자의 본인부담금을 경증환자가 중증환자를 모방함으로써 얻는 이익수준만큼만 책정한다면, 모방은 발생하지 않을 것이고, 균형상태에 도달할 수 있다. 이는 차선(second best)의 해결책으로, 이 때 최적의 자원 배분 달성이 어려운 이유는 정보의 비대칭성으로 인한 비효율성에서 기인한다. 그러나 어느 정도의 건강보험보장율을 선택하든 환자가 자신의 상태에 대해 정확히 알고 있고, 치료에 따른 한계이익을 알고 있으면, 보험은 보험이 부재한 상태의 세상보다 더 많은 효율적인 신의료기술 도입을 가능하게 될 것이다.

만약 시장에서 건강보험 보장율을 자유롭게 선택할 수 있다면 사회적으로 최적인 상태의 공급량을 달성할 수도 있다. 보험이 없을 때 수요함수를 $D(A)$ 라고 하고 이때의 한계이익곡선을 $MR(A)$ 라고 가정하자(그림 2 참조). 그리고 한계비용(MC)은 공급량 관계없이 일정하다고 하자. 이 경우 이 개발자가 책정하는 독점가격은 $P(A)$, 공급량은 $Q(A)$ 이다. 의료보험일부부담률(co-insurance)을 적용할 경우 수요함수는 상향이동하여 $D(I)$ 로 이동한다. 이 경우 이 개발자가 책정하는 독점가격은 $P(I)$, 공급량은 $Q(I)$ 이다. 여기서 보험이 없을 때 사회적으로 바람직한 수준의 공급량 $Q(I)$ 는 보험을 도입함으로써 달성가능함을 볼 수 있다.

사회적으로 바람직한 수준의 신의료기술 사

7) McGuire TG(2000). Physician agency, Handbook of Health Economics, North-Holland.

그림 2. 보험하에서의 신의료기술 가격 책정과 사회적 효율성



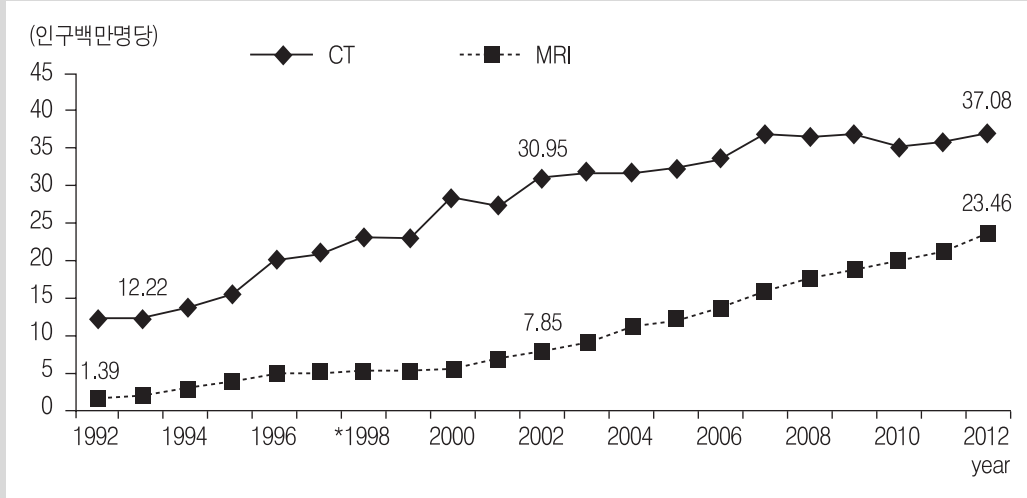
용량은 소비자의 한계이익과 한계비용이 일치하는 수준이다. 실제로 이러한 수준의 제공량이 가능하도록 하기 위해서는 가격을 한계비용에 책정하고, 소비자 잉여분을 신의료기술 개발자에게 제공하는 방식으로 가능하다. 그러나 이러한 방식이 가능하지 않다면, 특허를 통한 독점 가격보장을 통해 신의료기술개발에 대한 인센티브를 제공할 수 있는데, 이 때 독점자가 결정하는 공급량은 사회적 최적수준의 공급량이 될 수 없다. 이 경우 보험은 수요곡선을 이동시킬 수 있기 때문에 의료보험일부부담률(co-insurance)을 조정할 경우 사회적으로 바람직한 수준의 사용량에 도달할 수 있다. 이 경우 일반적으로 보험은 개발자의 가격탄력성을 줄여주기 때문에 의료보험일부부담률(co-insurance)이 늘어난다면 한계비용이 일정하다고 하더라도 가격을 높이는 역할을 할 것이다.

4. 보건의료기술과 시장경쟁

미국을 비롯한 주요국가에서는 의료기술의 높은 확산수준을 설명하는데 의료기관간 경쟁을 원인으로 뽑곤 한다(Bhattacharya et al (1995)). 우리나라에서도 고가의 보건의료기술(CT, MRI)이 매우 빠르게 확산되고 있으며, 2012년을 기준으로 1992년과 비교할 때 지난 20년간 CT 확산율은 3배로 증가했으며, MRI는 16.8배나 증가하였다. 본 절에서는 2010년 환자조사 데이터를 활용하여 경쟁수준의 증가가 CT, MRI 도입에 미치는 영향을 계량적으로 추정하고자 한다.

CT와 MRI는 각각 진단방사선 분야에서 혁명적인 발전을 보여주었다. 컴퓨터 단층촬영(computerized tomography) 혹은 CT 스캔(또는 computerized axial tomography: CAT 스캔이라

그림 3. 우리나라의 보건의료기술(CT, MRI) 확산의 연도별 추이



자료: OECD Health Data(2013).

고도 함)는 1967년에 발명되었고 미국에서 채택되기 시작했으며, 물체의 내부 구조를 여러 방향에서 찍은 투영을 토대로 하여, 계산으로 재구성하는 방법이다. 이러한 기술은 전통적인 엑스레이 기술 이상으로 상당한 발전을 보여주며, 그 시대에는 그 발명품은 진단이미지에 있어서 하나의 획기적인 사실로 알려졌다. CT는 기술적인 면에서 더 발전했으며, 도입 이후 10년 동안 실제 가격은 하락했고, 질은 향상되었으며, 넓게 확산되었다. 자기공명 단층촬영법(magnetic resonance imaging: MRI)은 강력한 자력에 의해 발생하는 핵자기공명(nuclear magnetic resonance/NMR)이라는 물리적 현상을 응용하여 개발된 진단용 첨단 의학기계, 또는 그 기계로 만든 영상이다. 비록 MRI가 다른 물리적인 원칙에 따라 작동된다고 하더라도 MRI는 내부구조의 3차원 이미지를 구성하기 위

해 신체내에 있는 산소원자의 자기적 특성을 사용한다. CT와는 달리 MRI는 환자를 방사선에 노출시키지 않는다. MRI는 1980년대 초기에 미국과 일본에서 의학에 사용되기 시작했으며, 그 이후 빠르게 확산되었다.

우리나라에서는 CT와 MRI를 2003년부터 보건복지부고시에 의해 특수의료장비로 분류하고 설치기준 및 인력, 시설기준을 설정하여 관리하고 있다. 먼저, 의료법에서는 환자 진료목적으로 의료기관에 특수의료장비를 설치하고자 할 때는 시장·군수·구청장의 설치 승인을 받아야한다(의료법 제38조⁸⁾, 제63조⁹⁾). 특수의료장비의 시설기준은 시지역의 경우 200병상, 군지역의 경우 100병상 이상을 보유한 의료기관에 해당하는 기관만이 설치할 수 있고, 병상기준 미만인 의료기관은 다른 기관과 공동으로 활용할 수 있다.

의료기관간 경쟁과 Medical arms race를 직접적으로 테스트한 논문은 많지 않으나 대표적인 논문으로 Dranove, Shanley and Simon(1992), Bryce and Cline(1998), Hirth et al.(2000) 등이 있다. 본 연구에서는 Dranove, Shanley and Simon(1992)에서 사용한 ordered probit 모형을 사용하여 경쟁이 의료장비 도입에 미치는 영향을 분석하였다. ordered probit/logit 모형은 순서화(ordered)된 종속변수의 다항 선택성을 모델화한 것이다. 이 모형에서는 병원이 선택가능한 CT, MRI 수가 복수 개(예:선택대안 J개) 존재한다고 가정하고, 1부터 J까지를 선택하는 기준은 내재적 조건(y^*)에 의존한다고 가정한다. 경계값을 기준으로 관찰불가능한 변수 y^* 의 위치에 따라 선택이 변한다. 즉,

$$\begin{aligned}
 y &= 1 \text{ if } y^* \leq \mu_1 \quad \dots\dots\dots(식 1) \\
 &= 2 \text{ if } \mu_1 < y^* \leq \mu_2 \\
 &= 3 \text{ if } \mu_2 < y^* \leq \mu_3 \\
 &\vdots \\
 &= J \text{ if } \mu_{j-1} < y^*
 \end{aligned}$$

식(1)에서 μ_j 는 경계값(Threshold)을 나타내며, 만약 $y=2$ 를 선택하였다면 병원은 μ_1 과 μ_2 사이에 있는 y^* 값을 가지고 있음을 나타낸다. 이 때 $y=j$ 를 선택할 확률은 식(2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 prob(y = j) &= prob(\mu_{j-1} < y^* = \sum_{k=1}^K \beta_k x_k + \epsilon \leq \mu_j) \quad \dots\dots\dots(식 2) \\
 &= prob(\mu_{j-1} - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k < \epsilon \leq \mu_j - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k) \\
 &= F(\mu_j - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k) - F(\mu_{j-1} - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k)
 \end{aligned}$$

여기서 F 는 ϵ 의 누적확률분포(cdf)이다. β 값과 $j-1$ 개 경계값은 최우추정법(maximizing likelihood function)을 통해 구할 수 있다.

2010년 환자조사를 통해 조사된 의료기관 7,362개 중 병상수가 200병상 이상인 병원을 대상으로 추정된 결과, MRI와 CT모두 경쟁지수(허핀달지수)¹⁰⁾와 재원환자수는 음의 값을, 외래환자수에 대해서는 양의 계수값을 보였다. 이를 해석하면 경쟁지수(HHI지수)가 높을수록, 또는 경쟁수준이 낮을수록 MRI와 CT 보유 확률은 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 Medical arms race가설에서 가정하고 있는 논리로서, 우리나라

-
- 8) 제38조(특수의료장비의 설치·운영) ① 의료기관은 보건 의료 시책상 적절한 설치와 활용이 필요하여 보건복지부장관이 정하여 고시하는 의료장비(이하 "특수의료장비"라 한다)를 설치·운영하려면 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 시장·군수·구청장에게 등록하여야 하며, 보건복지부령으로 정하는 설치인정기준에 맞게 설치·운영하여야 한다.
 - ② 의료기관의 개설자나 관리자는 제1항에 따라 특수의료장비를 설치하면 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 보건복지부장관에게 정기적인 품질관리검사를 받아야 한다.
 - ③ 의료기관의 개설자나 관리자는 제2항에 따른 품질관리검사에서 부적합하다고 판정받은 특수의료장비를 사용하여서는 아니 된다.
 - ④ 보건복지부장관은 제2항에 따른 품질관리검사업무의 전부 또는 일부를 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 관계 전문기관에 위탁할 수 있다.
 - 9) 제63조(시장 명령 등) 보건복지부장관 또는 시장·군수·구청장은 의료기관이... 제38조 제1항·제2항, 을 위반한 때에는 일정한 기간을 정하여 그 시설·장비 등의 전부 또는 일부의 사용을 제한 또는 금지하거나 위반한 사항을 시정하도록 명할 수 있다.
 - 10) 경쟁지수 산출 방법은 Zwanziger et al(1990)이 개발한 "환자흐름 방법(patient flow method)"을 이용하여 계산하였음. 환자흐름 방법은 내원환자의 주소지를 추적하여 환자가 이용하는 병원의 지리적 패턴을 근거로 시장지역을 설정한 다음, 병원시장 지역 내 경쟁병원을 확인하여, 병원별 HHI지수 산출하는 방법임.

라의 경우에도 다른 조건이 일정하다면, 경쟁심화는 MRI보유대수 증가로 나타남을 보여주고 있다. 그러나 파라미터 값이 유의하지는 않았다. 또한 재원환자수가 적을수록 MRI와 CT 보유대수는 높을 것으로 예측되었으나 유의하지는 않았다. 반면, 외래환자수가 많을수록 보유대수가 많을 것으로 예측되었으며, 이와 같은 결과는 1% 신뢰수준에서 유의하였다.

으로 조사한 결과이기 때문에 우리나라 경우에 바로 적용할 수 없을 것이다. 그러나 가격에 기반한 경쟁이 어려운 국내 병원들은 가격 이외에 질(quality), 광고 또는 본질에서 언급된 고가의료기기 도입과 같은 비가격적인 요인에 기반한 경쟁을 할 것으로 추정할 수 있다. 본 절의 계량 분석 결과는 이러한 가능성을 뒷받침해준다.

표 1. MRI, CT 보유 추정결과

구분	MRI	CT
허핀달지수	-0.0000556	-0.000058
재원환자	-0.0005317	-0.0003565
외래환자	0.0012148***	0.0010841***
더미_종합병원	-0.386606	-0.6966185***
더미_병원	-1.550322***	-2.105215***
더미_공공특수	-0.0884737	-0.3476406
더미_공공공립	-0.5493649	-0.0519267*
더미_공공기타	0.30249	0.8979016
더미_민간법인	-0.2238214	-0.0198783
더미_민간개인	-0.0101852	0.0496015

주: ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.10

Hillman et al(1978)¹¹⁾은 미국의 의료공급자, 정부, 의료기기업체 등을 대상으로 조사한 결과 MRI 도입 결정에 가장 중요한 요인이 경쟁(competitive concerns)이라고 밝혔다. 이는 병원 간 경쟁에서 고가의료기기와 같은 신의료기술이 중요한 경쟁우위요인임을 간접적으로 시사한다. 이 조사 결과는 미국 시장 참가자를 대상

5. 결론

보건의료기술 발전의 원인과 동력을 규명하는 작업은 정책적인 함의를 도출하는데 매우 중요하다. 그러나 이를 과학의 발전과 같은 외생적인 요인 때문에 발생한 것이라고 설명하는 방법은 시사점 도출에 제한을 둔다. 보다 현실적인 정책적 시사점을 도출하기 위해서 보건의료기술의 혁신과 확산에 영향을 미치는 내생적인 요인에 대한 연구가 필요하다.

본 고에서는 보건의료 기술의 혁신과 확산 메커니즘을 밝히는 과정에서 첫째, 혁신의 시스템적 접근이 필요함을 강조하였다. 보건의료기술의 혁신을 시스템적 관점에서 바라보았을 때 의료기술 혁신을 위한 개방된 시스템을 지향하여야 하며, 지식축적의 선순환 구조가 이뤄지도록 네트워크 실패, 제도실패를 극복하여야 함을 보았다.

둘째, 우리는 본문에서 보험이 신의료기술도입에 긍정적인 영향을 미치고, 보험설계에 따라

11) Hillman, B.J., Neu, C.R., Winkler, J.D., Aroesty, J., Rettig, R.A., Williams, A.P.(1987). The diffusion of MRI scanner in a changing U.S. Health Care Environment. International Journal of Technology Assessment in Health Care 3(4).

사회적으로 효율적인 수준의 신의료기술 공급이 가능할 수 있음을 살펴보았다. 줄기세포, 유전자 치료제 등 신의료기술 개발이 꾸준히 이루어지고 있는데, 문제는 보험과 결부될 경우 등재 여부를 포함하여, 이를 어느 정도 선까지 보험에서 커버할 것인가, 가격은 어느 정도로 할 것인가가 중요한 문제가 된다. 보험자의 입장에서는 보험절감의 문제 이외에 신의료기술 개발 인센티브 제공측면에서 보험급여정책을 고민하여야 할 것이다.

셋째, 시장에서의 경쟁환경이 보건의료 기술 도입에 미치는 영향을 보았다. 국내병원의 MRI와 CT 보유현황 자료를 가지고 분석한 결과 경쟁심화가 통계적으로 유의하지 않았으나 보유대수 증가로 이어질 가능성이 있음을 확인할 수 있었다. 보건의료분야에서 경쟁은 보건의료기술 확산에 긍정적일 수 있으나, 보건의료분야에서의 과잉확산이 의료비 상승을 유발할 수도 있으므로 기술확산과 비용상승의 비용편익을 고려한 적절한 관리가 필요하다. **■견제**