

의사결정나무 분석을 사용한 고가의료장비의 다빈도 사용 특성 분석[†]

최윤정¹ · 곽민정² · 윤민³

¹ 건강보험심사평가원 심사평가연구소 · ² 평택대학교 디지털응용정보학과 · ³ 부경대학교 통계학과
접수 2014년 12월 22일, 수정 2014년 12월 31일, 게재확정 2015년 1월 12일

요약

최근 고가의료장비의 도입으로 진단기술이 빠르게 발전하고 있으나 이에 따른 건강보험 재정의 부담이 크게 늘어 이에 대한 적절한 관리와 효율적 운영에 대한 정책이 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 의사결정나무분석 모형을 사용하여 CT 의료장비의 검사빈도에 영향을 미치는 요인을 파악하여 효율적 운영에 대한 방안을 제시한다.

주요용어: 의사결정나무, 전산화단층촬영, 진단영상기술.

1. 서론

최근 고가의료장비의 도입으로 진단기술이 발전함에 따라 질병의 조기 발견 뿐만 아니라 치료, 추적 관찰 등에 있어서 환자와 의료 제공자의 편의성이 증가하고 있다 (Forman, 2006; Lee 등, 2010). 경제협력개발기구 자료에 의하면 고가 의료장비의 확산은 의료비 증가의 주요 요인이며 이는 제공자 유인에 의해 영향을 받는다 (OECD, 2013). 대표적 고가의료장비인 전산화단층촬영 (computed tomography; 이하 CT)은 확산이 빠르고 사용량이 크게 증가하고 있어 (OECD, 2013) 이에 대한 보건 의료비용 관리 정책이 필요하다 (Mitchell, 2008; MedPAC, 2006).

고가의료장비인 CT는 1995년 대비 2004년에 9.4배 증가하였으며 (Health Insurance Review & Assessment Service, 2004), 2007년 인구 백만 명당 CT는 37.1대로 경제협력개발기구 평균인 22.8대보다 높았다 (OECD, 2013). 이처럼 고가의료장비가 급속히 확산되는 이유는 주로 세 가지 요인 즉, 수요자 요인, 공급자 요인, 규제 정책의 부재 요인으로 설명될 수 있다. 첫째, 건강보험의 급여화는 CT의 수요를 급증시키는데 1996년 1월부터 보험 급여가 됨으로 인해 환자의 비용 부담이 줄고, 비용에 대한 인식이 낮아진 것이 수요 증가의 요인이 될 수 있다. 둘째, 현재 행위별수가제인 건강보험 지불제도는 의료제공자로 하여금 수익 증대를 위해 장비 공급량의 증가를 유발시킨다. 우리나라는 민간 의료기관이 90% 이상을 차지하므로 (Hwang, 2009) 이러한 공급자에 의한 요인이 작용한다고 할 수 있다 (Kwon, 2006). 셋째, 국가 차원의 자원 도입 및 배분에 대한 정책이 미비함에 기인한다고 할 수 있다 (Kwon, 2006). 우리나라 특수의료장비 관련 법조항은 의료법 제38조와 이에 의거하여 2003년 제정된 ‘특수의

[†] 본 연구는 건강보험심사평가원의 지원을 받아 수행되었음.

¹ (137-706) 서울시 서초구 효령로 267 (서초동), 건강보험심사평가원 심사평가연구소, 연구위원.

² (450-701) 경기도 평택시 용이동 111번지, 평택대학교 디지털응용정보학과, 부교수.

³ 교신저자: (608-737) 부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교 통계학과, 부교수.

E-mail: myoon@pknu.ac.kr

료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙'이 있다. 이에 따르면 일정한 운용 인력 기준을 충족시킨 기관만이 시·도 지사에게 특수의료장비를 등록하고 등록된 장비는 정기적인 검사를 통해 질을 유지하도록 하고 있으나 법 조항 만으로는 고가의료장비 도입과 그 수를 제한하는 것이 충분치 않다. 의료공급자의 대부분이 민간인 우리나라에서는 고가의료장비의 도입과 사용을 직접 제한하는 정책은 한계가 있으나 건강보험 정책과 연계하여 관리하는 방안을 모색하는 것은 가능하다 (Oh와 Kim, 2007). 고가의료장비와 같은 신의료기술의 경우 건강보험 수가에서 의료장비가 차지하는 비율이 장비비용 이외 다른 비용요소보다 높아서 재정 부담이 크므로 이에 대한 적절한 재정 관리정책이 필요한 실정이다. 2008년 의료장비 (CT, MRI, PET)에 대한 건강보험 비용은 2008년 4,850억원, 2009년 5,561억원으로 전체 진료행위료의 18%를 차지하였고 이 중 3개 장비의 경우 수가의 40% 이상이 장비 직접비용이었다 (Health Insurance Review & Assessment Service, 2010). 현재 CT는 건강보험 관련 모든 행위가 급여 대상이나 MRI, PET는 일부 행위만이 급여 대상이므로, 향후 급여 범위가 확대될 경우를 위해 고가의료장비에 대한 효율적인 관리방안이 다각적으로 검토되어야 할 것이다 (Health Insurance Review & Assessment Service, 2010). 국내 고가의료장비 관련하여 의료장비 수가 (Moon 등, 1998), 관리 (Cappellaro 등, 2011), 장비 관리 및 분포 (Kwon, 2006; Oh와 Kim, 2007; Baker 등, 2003) 및 장비의 확산 (Kwon, 2006; Hahm 등, 2007; Klemp 등, 2011; Korean Institute for Accreditation of Medical Image, 2010) 등에 대한 연구가 있었다.

본 연구에서는 의사결정나무 (decision tree) 분석법을 활용해 CT의 검사빈도가 높은 의료기관의 특성을 파악하며 이를 위해 의료기관 종별, 기관 형태, 도시형태, 진료과목, 장비의 노후화, 의료기관당 장비수와 평균 장비가가 CT 검사빈도에 미치는 영향력을 조사하였다. 본 연구는 현황 파악과 동시에 장비의 이용형태에 대한 요인을 파악한다는 점에서 의미가 있다.

2. 연구 방법

2.1. 연구자료

본 연구에서는 건강보험심사평가원의 요양기관 현황통보자료와 건강보험 청구자료를 사용하였다. 요양기관 현황통보자료는 2010년 7월말 기준 자료이며 건강보험 청구자료는 2009년 의료기관 (상급종합병원, 종합병원, 병원, 의원) 대상 자료이다. 의료기관은 건강보험심사평가원에 의료장비에 대한 신고를 하며 이때 구입증명자료, 의료기기제조 (수입)품목허가증 사본을 제출한다. 병원이 갖추고 있는 의료장비 현황에는 의료장비별 구입 시기, 장비가격 등의 정보가 포함되어 있다.

CT의 장비 당 일평균 검사빈도, 지역별 검사빈도는 2009년을 기준으로 하였다. 건강보험 명세서 청구는 의료기관 단위로 청구되기 때문에 동일 장비를 두 대 이상 보유한 경우, 의료장비 당 검사빈도는 파악될 수 없으므로 장비 당 평균 검사빈도는 의료기관의 총 검사빈도를 장비 보유대수로 나누어 산출하였고 장비당 일평균 검사빈도는 장비당 평균 검사빈도를 연 평균 근무일수 261일로 다시 나누어 산정하였다 (건강보험심사평가원, 2008). 여기서 261일은 연간 평균 근무일수 249.71일과 나머지 115.49일에 대해서는 평일 가동률의 10%를 적용한 것을 합한 값이다.

보유 현황 및 검사빈도에 관련된 변수들은 의료기간특성, 환경요인, 장비특성 등으로 구분될 수 있다. 첫째, 의료기관 특성을 나타내는 변수들은 기관종별 (종합병원이상, 병원, 의원), 소유형태 (국공립기관, 민간기관), 진료과목 (내과계, 외과계, 영상의학과, 일반과)등이 있고 둘째, 환경요인 변수로는 지역형태 (시, 군, 구), 지역별 인구대비 장비수 (백만명당)가 있고 셋째, 장비특성 (병원경쟁수준)을 나타내는 변수에는 노후장비 구분 (내용 연수 5년 이하, 중고 및 내용 연수 5년 이상), 기관당 장비수, 평균 장비구입가격이다. 지역별 백만명당 장비수, 기관당 장비수는 연속형 변수로 사용하였으며 평균 장비 구입가격은 가격의 편차가 크므로 사분위수를 사용하였고 그 외의 변수는 범주형 변수이다.

2.2. 연구절차와 분석모형

본 연구에서는 CT의 총 검사빈도에 영향을 미치는 요인으로 세 개의 의료기관 특성요인, 두 개의 환경 특성요인, 세 개의 장비 특성요인을 선별하였고 각 특성요인에 따라 검사빈도에 대한 기술통계를 구하고 분산분석을 사용하여 유의성 검정을 실시하였다. 또한 의사결정나무분석을 사용하여 검사빈도에 유의한 영향을 미치는 요인을 파악하고 그 요인들의 중요도를 파악하였다. 의사결정나무분석모형 (decision tree model)은 적절한 의사결정규칙에 따라 나무구조의 모형으로 도식화하여 분류와 예측을 수행하는 방법으로 연구자가 그 과정을 쉽게 설명할 수 있으며 비모수적 방법이어서 선형성과 같은 가정을 필요로 하지 않는다는 장점이 있다 (Breiman 등, 1993; Lee, 2014). 의사결정나무분석을 통해 목표 변수에 영향을 미치는 요인을 찾고 각 요인의 중요도를 결정하며 각 과정에서 영향을 미치는 중요한 요인에 따른 목표변수의 변화를 흐름도로 도식화하여 볼 수 있다.

3. 연구 결과: CT 특성별 보유현황 분석

우선 CT 검사빈도에 대한 기술통계량과 분산분석 및 상관분석의 결과를 요약한다. 여러 구분에 따른 CT 검사빈도의 평균값은 다음과 같다. 의료기관 종별 구분에 따라 산정하면, 종합병원 이상은 13,782건, 병원은 1,109건, 의원은 816 건이다. 소유구분별로 보면 국공립기관은 3,076건이고 민간기관은 3,697건이다. 진료과목별로는, 내과계가 985건, 외과계 472건, 영상의학과 1,604건, 일반과가 13,782건이다. 분산분석결과 의료기관종별과 진료과목에 따른 검사빈도의 차이는 유의하였으나 소유구분 (국공립기관과 민간기관)에 따른 차이는 유의하지 않았다.

Table 3.1 Univariate analysis on factors affecting CT test frequency

divide		CT test frequency (n = 1545)				
		n	mean	s.d.	p-value	
characteristics of medical institution	type of hospital	tertiary	325	13782	22531	< 0.0001
		general	688	1109	1176.8	
		clinic	532	816	1092.8	
	ownership	public	57	3076	4651.9	0.6918
		private	1488	3697	11795.9	
	specialty	internal medicine	853	985	1115.8	< 0.0001
		surgery	204	472	534.4	
radiology		163	1604	1524.5		
others		325	13782	22531.0		
factors environmental	location	metropolis	397	2411	4934.4	0.0003
		urban	206	1622	4673.5	
		rural	942	4655	14269.7	
facility characteristics	number of equipments per population	continuous	1545	$\rho = -0.27$		
	classification of used equipment	≤ 5 years	633	5498	11885.1	< 0.0001
		used & > 5 years	912	2408	11249.9	
	in medical institution	number of equipments per medical institution	continuous	1545	$\rho = 0.87$	
averaging cost of equipments		4th quartile	346	12478	22195.9	< 0.0001
		3rd quartile	334	1715	1810.8	
		2nd quartile	338	1144	2288.4	
		1st quartile	322	727	899.1	
not reported	205	807	1234.7			

환경요인인 도시 형태에 따른 검사빈도의 평균값을 산정하면, 시의 경우 2,411건, 군은 1,622건, 구는 4,655건으로 유의한 차이가 있고 검사빈도와 인구 백만 명당 장비수 사이에는 음의 상관관계가 있다. 장비특성에 따른 검사빈도의 차이를 알아보기 위해 노후장비 구분 즉 5년 이하의 장비와 중고 및 5년이 초과된 장비의 군에서 검사빈도의 평균값을 산정한 결과 각각 5,498건과 2,408건으로 유의한 차이가 있었다. 장비가격 미기재 군을 포함하여, 의료기관당 평균 장비가격의 사분위수별로 구분한 군에 따라 검사빈도를 산정한 결과 평균 장비가격이 높을수록 검사빈도가 높아지는 경향이 있었으며, 가격미기재 군은 검사빈도가 상대적으로 낮았다. 분산분석 및 상관분석결과 의료기관 소유구분을 제외한 그 외 특성들은 검사빈도에 유의한 영향력이 있는 것으로 나타났다.

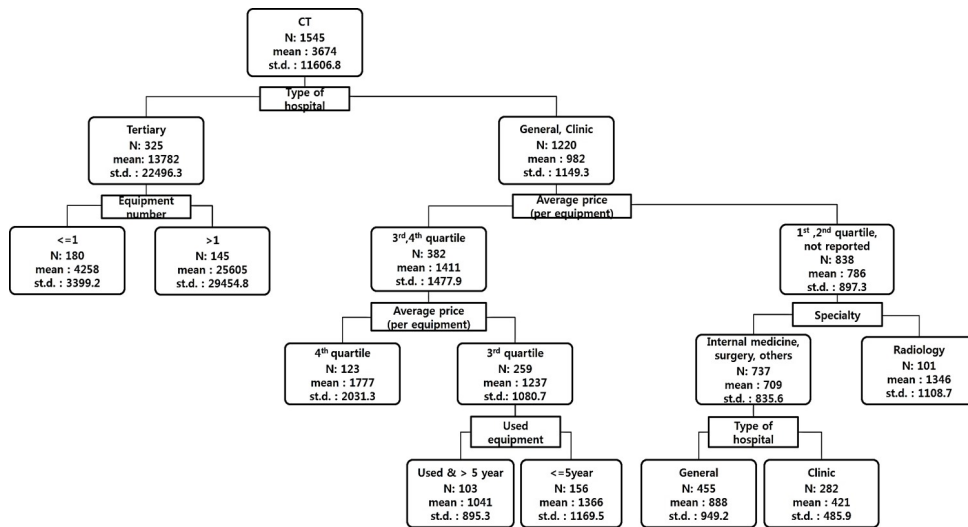


Figure 3.1 Result of decision tree on frequent use of CT test

각 특성요인들의 유의성을 조사하고 특성 요인들의 중요도를 알아보기 위하여 의사결정나무분석을 수행하였다. Figure 3.1에 요약된 의사결정나무 분석결과는 의료기관 종별, 의료기관당 장비대수, 의료기관 평균 장비가격, 노후장비 구분, 진료과목구분에 따라 검사빈도에 차이가 있음을 보여준다. 검사빈도에 가장 영향을 미치는 변수는 의료기관 종별 구분이며 상급종합병원과 종합병원의 평균 검사빈도는 13,782건인 반면에 병·의원급의 평균 검사빈도는 982건으로 종합병원 이상이 병·의원에 비해 검사빈도가 높았다.

의료기관 종별구분이 확정된 집단 내에서 검사빈도에 중요한 영향을 미치는 변수는 종합병원 이상의 경우에는 의료기관당 보유 장비대수이며 병·의원은 해당 평균 장비가격이다. 종합병원 이상에서 2010년 의료기관별 보유 장비대수가 한 대 이하인 기관은 검사빈도가 4,258건이며, 보유 장비대수가 두 대 이상인 경우 25,605건이다. 병·의원급의 경우 CT 대당 장비가격을 상·하위 50% 군으로 구분하였을 때, 상위 50% (2억 4천만원이상)인 군의 검사빈도는 1,411건으로 하위 50% (2억 4만원미만)인 군과 가격 미기재인 군의 786건보다 두 배 가까이 높다. 평균 대당 장비가격의 상·하위 군으로 구분된 병·의원에서 하위군, 즉 2.4억 미만인 군내에서는 진료과목에 따른 검사빈도의 차이가 있다.

Figure 3.1에 표시된 의사결정나무분석의 결과를 종합해 보면, 종합병원 이상에서는 보유 장비대수가 검사빈도에 가장 영향을 많이 미치며 보유 장비대수가 두 대 이상인 경우 상대적으로 평균 검사빈도가

높다. 병·의원에서는 해당 장비가격이 검사빈도에 영향을 미치는 중요한 변수이다. 장비가격이 3사분위수 즉, 해당 가격이 평균 2.4-4.2억인 병·의원 군에서는 다시 보유 장비의 노후화 여부에 따른 검사빈도의 차이를 보이는데, 보유 장비의 노후화 여부는 장비가 신규 이거나 5년 이하 (평균 1,366건)인 군과 중고 및 5년 초과 (평균 1,041건)군으로 구분된다. 병·의원의 장비가격이 높은 군에서는 장비의 신규여부에 따라 검사빈도의 차이가 있었으며, 신규의 경우 평균 검사빈도가 많았다.

병·의원에서 장비가격이 낮은 하위 50%인 군 및 장비가격이 미기재 군에서는 진료과목에 따라 검사빈도의 차이가 있으며 영상의학과 (1345건, 101개)가 내외과계와 일반과 (709건, 737개)보다 검사빈도가 더 높다. 또한 장비가격 하위 50% 및 미기재 군이면서 진료과목이 내과, 외과계와 일반과인 경우에는 의료기관의 종별, 즉 병원과 의원의 구분에 따라 검사빈도의 차이가 있으며, 병원 (평균 888건, 455개)이 의원 (평균 421건, 282개)에 비하여 두 배정도 높은 것으로 나타났다.

4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 CT 검사빈도에 영향을 미치는 요인을 파악하여 고가의료장비의 효율적인 사용을 위한 기초자료를 제공하고, 정책적 대안을 제시하고자 하였으며 이를 위하여 검사빈도에 영향을 미치는 요인을 기관특성, 환경요인, 장비특성으로 구분하여 분석하였다.

의료기관특성을 나타내는 의료기관 종별로 검사빈도를 비교할 때 종합병원이상 급에서 검사빈도가 높았다. 환경요인인 도시형태별로 보면, 시·군·구 중에서 구 단위에서 검사빈도가 높았으며 백만명 인구당 장비수와 검사빈도 사이에는 음의 상관관계가 있어 백만명 인구당 장비수가 많을수록 상대적으로 검사빈도는 줄어든다. 장비특성의 관점에서 보면, 5년 이하 신규 장비일수록 검사빈도가 높았으며, 기관당 평균 장비가격이 높을수록 검사빈도가 높다.

의사결정나무 모형을 이용하여 CT의 사용량을 결정하는 요인들을 분석한 결과 의료기관종별, 의료기관당 장비대수, 의료기관 평균 장비가격, 노후장비구분, 진료과목구분이 검사빈도에 영향을 미치는 주요 변수임을 알 수 있다. 연구의료기관 종별 구분에서 상급종합병원과 종합병원은 병·의원에 비해 검사빈도가 높았다. 이는 종합병원이상에서 병·의원을 방문하는 환자보다 중증도가 높은 환자가 많아 진단검사의 필요성이 높기 때문으로 짐작된다. 종합병원이상에서 의료기관당 보유 장비수가 두 대 이상인 군이 상대적으로 검사 빈도가 높은 것도 종합병원 중 중증질환자가 집중되는 기관은 이들의 진료 특성상 고가 장비를 보유하는 경향이 있기 때문으로 생각된다.

병·의원급에서는 평균 해당 장비가격이 높은 기관 (3사분위수 이상, 2.4억 이상)의 검사빈도가 장비가격이 낮거나 가격 미기재인 군에 비하여 두 배 가까이 높았으며 평균 해당 장비가격이 2.4억 이상인 군 내에서도 4.2억 이상 (4사분위수)인 경우 더 검사빈도가 높았고 2.4억 이상 4.2억 원 이내인 3사분위수 군에서는 신규장비인 군이 노후장비군 보다 검사빈도가 높았다. 병·의원에서 고가의 신규장비를 보유하는 경우 검사빈도가 높은 이유는 병원급 이하의 의료기관에서도 검사를 필요로 하는 질환자의 수요가 많기 때문으로 생각된다.

병·의원에서 가격이 낮은 장비를 보유하고 있는 경우에는 진료과목이 내외과계 및 일반과인 경우가 영상의학과에 비해 검사빈도가 낮다. 이를 장비운영 측면에서 본다면, 가격이 낮은 장비를 소유한 내외과계 및 일반과 진료의 의원급에서 장비운영이 가장 효율적이지 못하며 이는 검사를 전문적으로 하는 영상의학과 의사가 상주하는 기관의 특성상 영상의학과는 장비운영이 다른 전문 과목에 비해 효율적이기 때문이다.

본 연구결과를 통해, 우리나라 고가의료장비 관리의 문제점으로 고가의료장비의 도입 측면에서 과다 공급으로 인한 장비의 비효율적 운영이 의심됨을 알 수 있었다. 이는 CT를 보유하고 있는 의료기관이 효율적으로 운용하지 못하고 있거나 장비를 불필요하게 보유하고 있다는 것을 반증한다. 연 평균근무일

수를 기준으로 하루 세 건 이하의 검사횟수 (연간 783건 이하)를 장비보유 및 운영의 비효율성 기준으로 할 때 본 연구결과, 병·의원에서 가격이 낮은 장비를 보유하고 진료과목이 내외과계 및 일반과인 경우 효율적이지 않았으며 특히 의원급에서는 장비운영이 효율적이지 않은 것으로 볼 수 있다. 따라서 병원과 의원 그리고 장비가격이 낮은 내외과계 및 일반과 의료기관에 대해서 고가의료장비의 보유 및 운영에 관한 정책적 고려가 필요하다고 할 수 있다.

현재, 고가의료장비 공급을 규제하고 있는 법률로는 의료법 제38조에 의한 ‘특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙’(2011.6.27일 개정)이 있다. 이 규칙에 의하면 MRI의 경우 200병상 이상인 의료기관에서 설치할 수 있도록 하고 있으며 CT의 경우 시 지역은 200병상 이상, 군 지역은 100병상 이상인 의료기관에서 설치하고 영상의학과 전문의, 방사선사를 두도록 하고 있다. 그러나 병상 수 기준에 못 미치더라도 다른 의료기관과 공동으로 활용할 수 있으므로 소규모 의료기관도 고가의료장비 구입이 가능하여 이 규칙은 보유 대수 규제 방안으로 충분한 역할을 하지 못하고 있다. 고가의료장비를 보유한 채 활용하지 않거나 노후된 장비를 사용하는 것은 건강보험재정의 낭비를 초래할 수 있으므로 고가의료장비 보유 요건을 강화하고 질적으로 관리하는 세부적 정책 마련이 요구된다.

References

- Baker, L., Birnbaum, H., Geppert, J., Mishol, D. and Moyneur, E. (2003). The relationship between technology availability and health care spending. *Health Aff(Millwood)*, Web Exclusives:W3-537-51.
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R. A. and Stone, C. (1993). *Classification and regression trees*, CRC Press, New York.
- Cappellaro, G., Ghislandi, S. and Anessi-Pessina, E. (2011). Diffusion of medical technology: The role of financing. *Health Policy*, **100**, 51-59.
- Forman, H. P. (2006). MRI and CT imaging: how fast can reimbursement be cut? *American Journal of Roentgenology*, **187**, 601-602.
- Hahm, M. I., Park, E. C., Lee, S. H., Nam, C. M., Kang, H. Y., Lee, H. Y. and Cho, W. H. (2007). Pattern and factors leading to the diffusion of magnetic resonance imaging in Korean hospitals. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, **23**, 292-298.
- Health Insurance Review & Assessment Service (2010). *Management plan of medical devices*, Health Insurance Review & Assessment Service, Seoul.
- Hwang, R. I. (2009). Comparison of medical utilization between public and private hospitals. *Health Insurance & Policy*, **8**, 86-100.
- Klemp, M., Frønsdal, K. B. and Facey, K. (2011). What principles should govern the use of managed entry agreements? *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, **27**, 77-83.
- Korean Institute for Accreditation of Medical Image (2010). *Study for improvement of policy regarding specialized high end medical equipment*, Ministry of Health & Welfare, Seoul.
- Kwon, S. (2006). Technology and health policy. *The Korean Journal of Health Economics and Policy*, **12**, 107-123.
- Lee, D. W., Neumann, P. J. and Rizzo, J. A. (2010). Understanding the medical and nonmedical value of diagnostic testing. *Value Health*, **13**, 310-314.
- Lee, T. R. (2014). Symbolic tree based model for HCC using SNP data. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **25**, 1095-1106.
- MedPAC (2006). *Increasing the value of Medicare*, The Medicare Payment Advisory Commission, Washington, D. C.
- Mitchell, J. M. (2008). Utilization trends for advanced imaging procedures: Evidence from individuals with private insurance coverage in California. *Medical Care*, **46**, 460-466.
- Moon, O. R., Jhang, W. G., Lee, S. Y., Kim, C. W. and Choi, K. H. (1998). Current status of MRI distribution, prevailing charges and analysis of its performance. *Korean Journal of Health Policy and Administration*, **8**, 155-182.
- Oh, Y. H. and Kim, J. H. (2007). The demand and supply of major equipments and policy recommendations. *Health and Social Welfare*, **27**, 96-121.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2013). *Health at a glance 2013: OECD indicators*, OECD, Paris.

The diffusion and policy options of the diagnostic imaging technologies in Korea[†]

Yoon Jung Choi¹ · Minjung Kwak² · Min Yoon³

¹Health Insurance Review & Assessment Service

²Department of Digital Information and Statistics, Pyeongtaek University

³Department of Statistics, Pukyong National University

Received 22 December 2014, revised 31 December 2014, accepted 12 January 2015

Abstract

The cost of advanced medical technologies is commonly considered to be a major factor in the overall escalation of expenditures on health. The use of computed tomography (CT) scanning has increased dramatically over the past decade. CT has been rapidly adopted, despite their high cost. The aim of this study is to analysis the increasing factor of the frequency of the CT, using the decision tree model. Finally, we propose the effective policy option of diagnostic imaging technology in Korea.

Keywords: Computed tomography, decision tree, diagnostic imaging technology.

[†] This study was supported by the Korean Health Insurance Review and Assessment Service (HIRA) and conducted using data from the Korean National Health Insurance Claims Database.

¹ Head researcher, Health Insurance Review & Assessment Service, Seoul 137-706, Korea.

² Professor, Department of Digital Information and Statistics, Pyeongtaek University, Gyeonggi 450-701, Korea.

³ Corresponding author : Assistant professor, Department of Statistics, Busan 608-737, Korea.
E-mail: myoon@pknu.ac.kr