

Fuzzy-AHP를 활용한 미래유망 의료기기 우선순위 도출

이창섭* · 윤재웅** · 전재현*** · 이석준****

<요 약>

전 세계적으로 고령화 문제가 대두됨에 따라 최근 의료기기 산업이 미래 유망 산업으로 주목받고 있다. 하지만 의료기기 산업의 높은 성장이 예견되에도 불구하고 국내외 협소한 내수시장과 영세한 기업구조로 인해 국내 기업들의 자체적인 노력만으로는 성장에 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 의료기기 산업의 효과적인 육성을 위해 다음과 같은 연구를 수행하였다. 첫째, 한국보건산업진흥원의 의료기기 분류체계를 참고하여 의료기기를 중분류, 세분류, 세세분류로 구분했으며, 의료기기 관련 전문가 30명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 둘째, 설문조사 결과를 토대로 AHP 분석과 이를 보완한 Fuzzy-AHP 분석을 수행하였으며, AHP와 Fuzzy-AHP의 분석결과 도출된 Global 가중치를 X축과 Y축으로 하는 포지셔닝 맵을 활용하여 분류별 미래 유망 의료기기 우선순위를 도출하였다. 셋째, 보건산업 통계의 의료기기 생산액과 우선순위를 비교분석하여 핵심 미래 유망 의료기기를 선별하였다. 연구 결과 ‘치과 재료’의 세분류인 ‘치과용 임플란트’가 핵심 미래 유망 의료기기로 선정되었으며, 해당 의료기기의 지원 전략을 제시하였다. 의료기기 산업이 미래 유망 산업으로 주목받고 있는 현 시점에서 본 연구를 통해 도출된 핵심 미래 유망 의료기기 및 전략 도출 방법이 국내 의료기기 R&D 개발 및 지원 정책에 활용될 것으로 기대된다.

핵심주제어: 의료기기 산업, 미래유망 의료기기, 의료기기 분류체계, AHP, Fuzzy-AHP

논문접수일: 2016년 11월 18일 수정일: 2017년 03월 13일 게재확정일: 2017년 03월 16일

* 광운대학교 경영학부 박사과정(제1저자), lukcee2000@naver.com

** 광운대학교 경영학부 석사과정(공동저자), yjw8860@kw.ac.kr

*** 광운대학교 경영학부 석사과정(공동저자), jaeheon@kw.ac.kr

**** 광운대학교 경영학부 교수(교신저자), sjlee@kw.ac.kr

I. 서 론

통계청에 따르면 우리사회는 지난 2000년 고령화 사회에 진입하였으며, 2018년에 고령사회, 2026년에 초고령 사회에 도달할 것으로 전망된다. 세계 인구 또한 65세 이상 연령의 비중이 2015년 8.2%에서 2060년 17.6%로 증가할 것으로 나타났지만, 생산 가능인구는 2015년 65.8%에서 62%로 줄어들 것으로 전망 되었다(통계청, 2013).

우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 고령화 문제가 대두됨에 따라 의료기기 산업이 미래 유망 산업으로 주목받고 있다. 이에 다양한 기술영역을 결합하는 융합기술이자 21세기형 미래 산업에 속하는 의료기기 산업은 기술개발 환경과 시장규모가 급변하고 있다(최병돈 외, 2012; 정명애, 2009; 김용현 외, 2016; 윤재웅 외, 2016). 더불어 우리 정부는 지난 2014년 3월 19일 경제관계장관회의에서 관계부처 합동으로 의료기기 산업을 미래성장 주력산업으로 육성하기 위한 『의료기기 산업 중장기 발전계획(‘14~’18)』을 보건복지부 보도자료를 통해 확정하여 발표했다.

하지만 의료기기 산업의 높은 성장이 예견됨에도 불구하고 국내외 여건을 고려할 때 국내 기업들의 자체적인 노력만으로는 성장에 한계가 있다(허영, 2008; 전재현 외, 2016). 최근 다국적 기업의 의료기기 제품에 의한 시장 잠식이 우려되는 상황에서 우리나라 의료기기 산업을 체계적으로 육성시키고 발전시키기 위한 종합적이고 체계적인 R&D 전략수립에 필요한 유망 의료기기 발굴 및 선정이 요구된다(허영, 2008; 전재현 외, 2016). 또한 의료 시장 개방에 따른 경쟁심화 등 국내외 의료기기 관련 기업의 환경변화는 예측 불가인 상황으로 의료기기 산업의 중장기적 존속과 발전을 위해서는 미래 환경변화에 적응할 수 있는 효과적인 정책수립과 세계시장에서 경

쟁 가능한 수준의 의료기기 품질이 요구된다(Jun, 2012; 박중찬 외, 2006; 전재현 외, 2016). 최근 의료기기 산업 관련 통계를 살펴보면 2015년 미국의 시장규모는 1,401억 달러로 세계시장의 43.2%를 차지하는 것으로 나타났으며, 상위 20개 국가가 전체의 89.0%를 차지하는 것으로 추정되었다. 일본이 260억 달러(8.0%), 독일 227억 달러(7.0%), 중국 178억 달러(5.5%), 프랑스 126억 달러(3.9%) 등으로 나타났으며 우리나라의 2015년 시장규모는 55억 달러(1.7%)를 차지하는 것으로 나타났다(BMI Espicom, 2015). 결론적으로 우리나라의 시장규모는 세계 의료기기 시장에서 9위를 차지하고 있으나, 세계 1위인 미국의 시장규모는 우리나라 시장규모의 약 25배이며, 세계 2위인 일본의 시장규모는 우리나라 시장규모의 약 4.7배인 것을 감안할 때 국내 의료기기 시장은 세계 의료기기 시장에 비해 미흡한 수준임을 알 수 있다.

세계적으로 의료기기 산업이 주목받고 있는 현 시점에서 효과적인 의료기기 산업 육성을 위해 핵심 미래 유망 의료기기를 선정하여 집중적으로 지원하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 해당 문제를 해결하기 위해 다음과 같은 연구를 수행하고자 한다.

첫째, 한국보건산업진흥원의 의료기기 분류체계를 참고하고 전문가 브레인스토밍 과정을 거쳐 본 연구 목적에 적합한 의료기기 분류 체계를 확립하고자 한다.

둘째, 의료기기 전 분야를 대상으로 계층화분석(Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP)기법과 Fuzzy-AHP 기법을 사용하여 미래유망 의료기기의 우선순위를 탐색하고 미래 유망 의료기기를 선정하고자 한다. AHP는 조사대상자들에게 평가요소들에 대한 중요도를 상호 평가하게 하고, 대안들에 대한 최종 우선순위를 도출하는 방법으로 정책결정에 주로 활용되는 기법이며(이

재일과 김홍희, 2015), Fuzzy-AHP는 표현방식의 한계로 인하여 발생하는 표현의 부정확성과 수학적 이론이 갖는 한계로 인해 발생하는 불확실성을 해결하기 위해 활용되는 기법이다(모수원과 김창범, 2012). 미래유망 의료기기 우선순위 도출을 위해 의료기기 관련 전문가 30명을 대상으로 AHP 설문을 실시하였다.

셋째, AHP와 Fuzzy-AHP 분석 결과를 보건산업 통계에서 제공하는 ‘의료기기 품목별 생산 현황’을 참고하여 의료기기 생산액과 비교 분석함으로써 핵심 유망 의료기기를 선정하며, 선정된 핵심 유망 의료기기에 대한 전략방안을 마련하여 국내 의료기기 산업 부흥에 기여 하고자 한다.

II. 의료기기 산업에 대한 고찰

1. 의료기기 산업의 특성

한국보건산업진흥원(2015)에 따르면 의료기기 산업의 특성은 총 5가지로 구분할 수 있으며, 각 특성별 자세한 내용은 다음과 같다.

첫째, 의료기기는 다양한 제품군으로 구성되어 있으며 기술발전에 따라 다양성이 증대되는 추세이다. 의료기기는 단순소모품에서 최첨단 전자 의료 기기까지 넓은 제품군으로 구성되어 있으며, 제품설계 및 제조단계에서 학제간 기술이 융합·응용되는 특성이 있다.

둘째, 의료기기산업은 다품종 소량생산 산업이다. 의료기기는 제품 종류가 다양하며 생산수량이 10만대를 초과하는 품목이 거의 없는 대표적인 다품종 소량 생산 산업이다. 고가의 첨단 고부가제품은 소수의 대기업이 주도하고 있으며, 저가 또는 일부 시장에서는 전문 중소기업이 시장을 주도하고 있다.

셋째, 의료기기산업은 정부의 의료정책 및 관리제도와 밀접한 관련성이 있다. 의료기기산업은 국민의 건강증진 및 건강권 확보 등에 직접·간접적인 영향을 주기 때문에 정부의 인허가 등의 규제가 필요하다. 따라서 정부는 의료기기의 안전규제, 생산 및 제조, 지적재산권 보장, 안전성·유효성 확보 등을 규제하고 있다.

넷째, 의료기기 시장은 수요가 한정되어 있다. 의료기기는 일반 개인이 아닌 의료진단과 치료에 전문성을 가진 병원이 주요 수요처이다. 따라서 시장 수요자들은 기존 유명제품을 계속 사용하는 보수적인 성향을 띠기 때문에 타 시장에 비해 상대적으로 시장의 진입장벽이 높고 가격 탄력성이 낮다. 따라서 의료기기 산업은 제품에 대한 인지도와 브랜드 파워가 매우 중요한 산업이며, 시장 장벽 및 충성도가 매우 높아 경기 민감도가 상대적으로 낮다.

다섯째, R&D에 대한 지속적인 투자가 필요하다. 의료기기 산업은 자본/기술 의존형 산업으로 제품의 개발부터 생산까지 약 3~5년 정도가 소요되어 비용 회수 기간이 길다. 또한 개별 제품의 시장 규모가 작고 수명 주기가 짧아 연구개발에 대한 지속적인 투자가 요구되는 산업이다.

2. 시장동향

2.1 국내 의료기기 시장 동향

국내 의료기기 시장 규모는 전 세계 시장의 1.5%에 불과하며 다국적 기업의 현지판매 법인이 국내 의료기기 시장을 장악하고 있는 상황이다. 특히, 국내 의료기기 제조 상위 업체들은 소수의 의료기기 품목에 집중하는 경향이 높다. 국내 의료기기 시장 동향을 살펴보기 위해 한국보건산업진흥원의 의료기기 산업 분석 보고서(<표 1> 참고)를 분석한 결과, 2010년부터 2014년까지의 국내 시장규모 연평균복합성장률(Compound

annual growth rate, 이하 CAGR)은 6.3%이며, 생산액의 CAGR은 10%로 시장규모와 생산액 모두 꾸준히 증가했음을 알 수 있다. 수출액의 경우 2010년부터 2014년까지의 CAGR은 12.7%이며, 수입액의 CAGR은 4.2%로 수출액과 수입액 모두 지속적으로 증가했음을 알 수 있다. 하지만 무역수지 적자규모는 2014년 기준 4,151억 원으로 전년대비 1.9% 증가하였고 수입의존도는 2014년 기준 61.99%로 전년대비 2.53%p 하락하

였다. 시장규모는 2014년 기준 약 5조 원에 이르렀으며 2010년부터 2014년까지 6.3% 성장한 것으로 나타났다. 수입의존도가 감소하였고 무역수지 적자가 다시 증가하였다는 것은 국내 의료기기시장의 적신호를 의미하는데, 가격보다 안정성·신뢰성을 우선 고려하는 의료기기의 특성상 기존 글로벌 기업들의 유명제품을 고수하는 보수적인 경향 때문인 것으로 판단된다(배홍균, 2013).

<표 1> 국내 의료기기 시장 동향

(단위: 백만 원, %)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	CAGR ('10~'14)
생산액(A)	2,964,444 (-)	3,366,461 (13.56)	3,877,374 (15.18)	4,224,169 (8.94)	4,604,814 (9.01)	11.6
수출액(B)	1,681,619 (-)	1,853,785 (10.2)	2,216,074 (19.5)	2,580,862 (16.5)	2,714,058 (5.2)	12.7
수입액(C)	2,619,895 (-)	2,793,709 (6.6)	2,931,014 (4.9)	2,988,241 (2.0)	3,084,204 (3.2)	4.2
무역수지 (E = B - C)	-938,276 (-)	-939,925 (0.2)	-714,940 (-23.9)	-407,379 (-43.0)	-415,053 (1.9)	-20.7
시장 규모	3,902,720 (-)	4,306,387 (10.3)	4,592,314 (6.6)	4,631,548 (0.9)	4,974,960 (0.8)	6.3
수입의존도	67.13	64.87	63.82	64.52	61.99	-

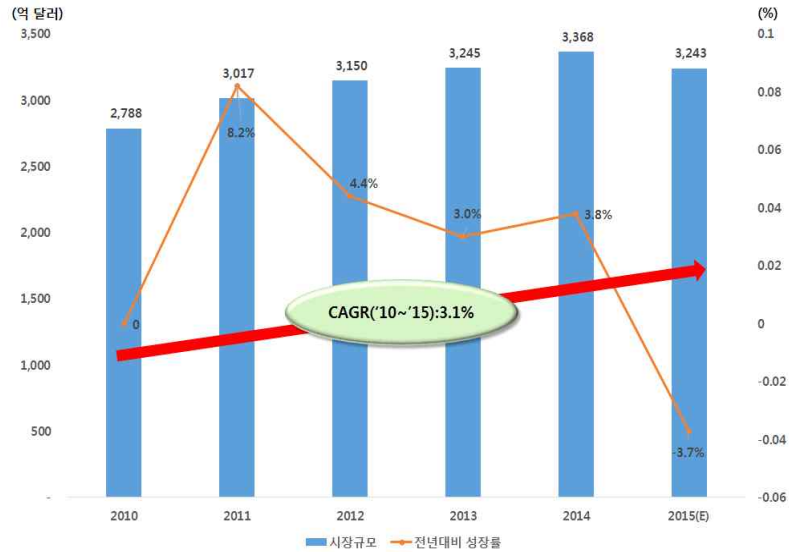
주: 괄호 안의 숫자는 증감률을 나타냄
출처: 한국보건산업진흥원(2015)

2.2 해외 의료기기 시장 동향

해외 의료기기 시장 동향을 살펴보기 위해 본 연구에서는 세계 의료기기 시장규모, 지역별 시장규모, 주요국의 의료기기 수출 현황 등을 다음과 같이 고찰하였다.

2010년부터 2014년까지 세계 의료기기 시장 규모를 살펴보면(<그림 1> 참고), 2009년 이후 세계 의료기기 시장의 전년대비 성장률은 2010년 11.0%, 2011년 10.1%로 두 자릿수를 유지했

다. 하지만 2012년에는 2.4% 소폭 증가세를 보였고 전년대비 2013년 3.9%, 2014년 5.1% 증가하면서 다시 성장률이 점차 호전되는 추세를 보였다. 2010년부터 2015년까지의 CAGR은 3.1%로 세계 의료기기 시장은 지속적으로 성장하고 있음을 알 수 있다. 이것은 고령화 사회에서 초고령화 사회로 변화하면서 의료산업이 미래 먹거리 산업으로 부각되고 있음을 의미한다.



출처: BMI Espicom(2015)

<그림 1> 세계 의료기기 시장 규모 및 동향(2010~2015)

2010년부터 2015년까지 지역별 의료기기 시장 규모를 살펴보면(<표 2> 참고), 2015년을 기준으로 북미/남미 지역이 1,580억 달러로 48.7%의 가장 큰 점유율을 보였으며 2010년 이후 CAGR은 4.5%를 기록하였다. 한편 독일, 프랑스, 이탈리아 등이 위치한 서유럽의 시장규모는 772억 달러로 23.8%의 점유율을 차지했으며 CAGR은

0.1%로 나타났다. 한국, 중국, 일본 등이 위치한 아시아/태평양은 656억 달러로 20.2%의 점유율을 나타냈으며 CAGR은 4.3%로 분석되었다. 특히 이 지역에 속해 있는 중국의 경우 진단영상기기 의료 산업이 2009년부터 2014년까지 CAGR이 18.8%를 기록하며 지속적인 성장을 하고 있는 것으로 나타났다(BMI Espicom, 2015).

<표 2> 지역별 의료기기 시장규모(2009~2015)

(단위: 억 달러, %)

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년(E)		CAGR ('10~'15)
						규모	비중	
북미/남미	1,270	1,321	1,410	1,472	1,540	1,580	48.7	4.5
아시아/태평양	530	614	675	656	675	656	20.2	4.3
중앙 및 동유럽	157	179	188	179	175	142	4.4	-1.9
중동/아프리카	59	67	74	79	85	87	2.7	8.0
서유럽	767	829	797	853	886	772	23.8	0.1
합계	2,788	3,017	3,150	3,245	3,368	3,243	100.0	3.1

출처: BMI Espicom(2015)

2010년부터 2015년까지의 주요 국가 의료기기 수출 현황(<표 3> 참고)을 살펴보면, 2015년 세계 의료기기 수출 시장 점유율은 미국과 독일이 각각 22.1%, 14.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, CAGR은 각각 3.8%, 5.1%로 2010년부터 꾸준한 성장세를 기록한 것으로 나타났다. 한편,

우리나라의 수출 시장 CAGR은 12.8%로 <표 3>에 제시된 국가들 중 세 번째로 높은 성장률을 기록했지만, 수출 시장의 규모는 23억 달러로 세계 수출 시장 규모의 약 1.3%정도에 불과한 것으로 나타났다.

<표 3> 주요 국가 의료기기 수출 현황(2010년~2015년)

(단위: 억 달러, %)

순위	국가	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년(E)	CAGR('10~'15)
1	미국	384	406	429	435	442	462(22.1)	3.8
2	독일	238	272	271	284	289	305(14.6)	5.1
3	중국	85	102	116	126	136	155(7.4)	12.9
4	벨기에	109	112	108	124	138	152(7.3)	7
5	스위스	94	106	103	109	111	116(5.5)	4.3
6	아일랜드	86	91	95	98	103	108(5.1)	4.6
7	프랑스	95	95	90	92	88	87(4.2)	-1.7
8	멕시코	59	62	64	70	78	85(4.1)	7.5
9	일본	65	68	70	67	67	70(3.3)	1.6
10	싱가포르	31	36	48	54	58	69(3.3)	17.3
13	한국	15	18	21	23	25	23(1.3)	12.8
상위 10개국 합계		1,246	1,350	1,394	1,459	1,510	1,609(77.0)	5.3

출처: BMI Espicom(2015)

전술한 내용을 살펴보면 전 세계적으로 고령화 문제가 대두됨에 따라 의료기기 산업이 미래 유망 산업으로 주목받고 있음을 다시 한 번 확인할 수 있다. 우리나라의 의료기기 시장은 지속적인 성장세를 유지하고 있으나, 세계 의료기기 시장규모와 세계 의료기기 수출규모를 감안할 때 시장 규모나 수출 규모에 있어서 다소 약소한 수준임을 알 수 있다. 또한 <표 3>에서 수출 상위 10위 국가의 수출 규모가 전체의 77% 정도를 차지하고 있고, 우리나라의 수출 규모는 2014년 대비 2015년 -8%로 분석되었다. 따라서 영세한 중소기업이 다수를 이루고 있는 국내 의료

기기 시장 환경에서 해외 시장 판로를 개척하는데 많은 어려움이 있을 것으로 예상되며, 세계 수출 시장 또한 경쟁 강도가 더욱 더 강해질 것으로 전망된다.

3. 국내외 의료기기 기술 수준

<표 4>는 한국산업기술평가관리원(2013)을 참고하여 국내 및 해외 의료기기 기술 수준을 정리한 표이며 자세한 내용은 다음과 같다. 의료기기 기술 수준은 미국, 유럽, 일본, 한국, 중국 순으로 미국이 세계 최고 기술수준을 보유하고 있

는 것으로 조사되었다. 유럽, 일본, 중국 등과 미국과의 기술수준 격차가 다소 좁혀지고 있는 상황이며, 특히 중국의 경우 내수시장의 수요 증가에 맞춰 공적 지원 증대와 투자 활성화로 의료

기기 기술 선진국을 빠르게 추격중인 상황이다. 한국의 기술수준은 미국의 76.4% 정도인 것으로 나타났으며, 기술격차 기간은 약 2.1년인 것으로 조사되었다.

<표 4> 의료기기 기술의 상대수준과 격차기간

구분	한국		미국		일본		유럽		중국	
	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간
의료기기	76.4	2.1	100.0	0.0	87.7	1.1	92.8	0.7	65.7	3.1

출처: 한국산업기술평가관리원, 산업기술수준조사보고서(2013)

한국산업기술평가관리원(2013)에서 발표한 우리나라의 의료기기 분야 원천기술력은 다음과 같다.

첫째, 설계기술은 선진국 대비 일정수준을 유지하고 있으나 핵심원천기술은 체계적인 연구기획을 통한 정부의 주도적 지원이 필요한 것으로 판단된다. 둘째, 금속을 재료로 하는 구조복원용·치과재료에 대한 연구개발이 지속된다면 글로벌 기업의 제품과 경쟁이 가능할 것으로 사료된다. 셋째, 고분자 화합물을 재료로 하는 생체재료는 아직 선진국과의 격차가 있어 원천기술력 확보에 노력을 기울일 필요가 있다. 넷째, 세계적 우위를 확보한 IT 및 전자기술과의 융합화로 기술경쟁력 강화가 필요하다.

한편, 동 보고서를 살펴보면 국내 의료기기 분야 산업 기술력의 특징은 다음과 같다. 첫째, 다품종 소량생산기술 기반으로 산업이 형성되고 있으나 핵심기술 기반의 산업기술이 형성되지 않아 선진국 시장진입을 위한 대외경쟁력이 취약한 것으로 판단된다. 둘째, 국제 수준의 ICT 기술을 통해 의료정보시스템 기술은 선진국 수준으로 향상된 것으로 사료된다. 셋째, 국산 의료기기의 신뢰성이 향상되면서 가격경쟁력에서 우위를 점하는 중동, 남미시장 등에 특화된 제품

의 생산기술력에서 두각을 나타내고 있다.

4. 의료기기 산업 관련 문헌고찰

미래 유망 산업으로 주목받고 있는 의료기기 산업의 경쟁력 향상을 위한 다양한 연구가 수행되어왔다. 이강빈(2012)의 연구에서는 의료기기 산업의 수출 경쟁력을 향상시키기 위해 의료기기 업체를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 의료기기 수출 시 가장 큰 애로사항은 의료기기 업체들의 해외마케팅 능력 부족임을 밝혀냈다.

이강빈(2010)은 강원지역 의료기기 산업의 수출경쟁력을 강화하고 세계 의료기기 시장으로의 진출을 확대하는 방안을 제시하기 위해 문헌조사와 강원지역 27개 중소 의료기기 수출업체를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 강원지역 의료기기 산업의 경쟁력을 강화하기 위해 영세성의 극복이 우선되어야 함을 밝혀냈다. 라공우와 홍길중(2014)의 연구에서는 강원지역을 중심으로 의료기기 수출 확대를 위해 제품특성에 맞는 차별화된 전략방안을 제시하였으며, 해당 전략방안으로 지역 업체의 영세성 탈피, 연구인력 양성, 업체들의 해외마케팅 중요성에 대한 인식 제고 및 유관기관의 지원, 의료기기 제품의 국제표준

화 이행 등을 제시했다. 김용현 외(2016)는 특허 데이터를 활용하여 국내 의료기기 제조기업의 경영 성과를 분석했으며, 기업의 재무수익성에 특허활동도가 유의미한 영향을 미치는 것과 기업성장성에는 특허활동도와 특허기술성이 유의미한 영향을 미친다는 것을 밝혀냈다. 이유아와 정윤세(2015)의 연구에서는 중국 의료기기 시장 내 국제경쟁력을 보유한 의료기기 수출특화품목을 도출하기 위해 RCA(Revealed Comparative Advantage)지수, MCA(Market Comparative Advantage)지수, TSI(Trade Specialization Index) 지수를 활용하였으며, 분석결과 치과용임플란트가 가장 높은 국제경쟁력을 가진 품목으로 도출되었다. 신미화와 이영훈(2011)의 연구에서는 UN Comtrade 수출입 자료를 대상으로 HS 2002 산업분류를 통한 36개 세부 의료기기 산업의 현 시비교우위지수, 무역특화지수를 산출하여 비교우위 및 무역특화정도를 분석하였으며, 중력모형의 이론에 근거하여 의료기기자제품 수출규모의 결정요인을 실증적으로 추정하고 이를 총 상품 및 제조제품 수출과 비교하여 분석했다. 엄광열과 고희렬(2012)의 연구에서는 러시아 의료기기 시장 동향과 우리나라 및 강원도 의료기기 산업 현황을 분석, 강원도 의료기기 산업에 대한 SWOT 분석을 수행하여 러시아 시장진출 시 인증제도, 통관제도, 해외마케팅 능력 부족 등의 애로사항이 존재한다는 것과 러시아 의료기기산업의 시장 진출을 위해 GOST-R인증 취득을 위한 비용지원, 러시아내 의료기기 전시회 참여, R&D기금 지원 확대, 의료기기 관련분야의 전문인력 양성 등의 해외 진출 전략을 제시했다. 선행연구들은 대부분 특정 지역에 국한된 분석을 하거나, 의료기기 산업 경쟁력의 기초가 되는 의료기기 품목을 대상으로 기초적인 비교우위 연구를 수행하지 않았다.

III. 연구설계

1. AHP의 개념

본 연구에서는 미래유망 의료기기의 중요도 우선순위 도출을 위해 의료기기 전문가를 대상으로 설문조사를 시행하고 AHP 분석기법을 활용하여 분석한다. AHP 분석기법이란 계층적 의사결정방법으로써 1970년대 초 Pennsylvania 대학의 Tomas L. Saaty에 의해 연구되었다. Saaty(1987)는 목적, 목표, 기준, 경쟁 등과 같은 중요한 요인들을 고려하여 가장 좋은 대안을 찾는 방법으로 AHP 분석을 제안하였다. 또한, AHP는 복잡한 의사결정 문제에 대한 해답을 찾는 데 유용하고, 요인별 선호도를 비교하는 과정을 통하여 우선순위를 결정하는 것이다. 주어진 의사결정 문제에 대한 하위요인을 도출하고, 하위요인을 기반으로 상위요인을 결정한다. 그리고 이러한 요인들을 서로 쌍대 비교하여 선호도를 파악하는 과정에서 각 요인들에 대한 중요도 및 우선순위를 도출한다.

일반적으로 AHP 분석은 국가의 주요 R&D 및 정책에 대한 의사결정을 하는데 사용되는 방법론이다. 적용방법이 용이하고 가치치 산정 절차 등이 이론적으로 높이 평가되고 있으며 우리나라에서는 예비타당성평가에서 반드시 AHP평가를 하도록 되어 있다(기획재정부, 2016). 최근까지 다양한 분야를 대상으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 유성열(2012)는 비즈니스 프로세스 관리 시스템(Business Process Management System, 이하 BPMS)의 평가 모형을 개발하기 위해 AHP 기반의 분석 모형을 활용하였으며, 유문용과 장형유(2013)는 스마트폰 제조업체의 제품 개발에 대한 유용한 정보를 제공하고자 스마트폰 기능적 속성의 상대적 중요도를 구하기 위해 AHP기법을 활용하여 기능적 속성에 대한

만족도를 분석하였다. 의료기기 산업 분야를 대상으로 AHP 기법을 활용한 많은 연구가 진행되었으며, 김성훈 외(2008)의 연구와 김만술과 이종무(2011)의 연구에서는 Kaplan & Norton(1996)에서 고안된 균형성과기록표(Balanced Score card)를 이용하여 의료기기 산업 지식재산 평가 모형 및 지표개발을 하였으며, 이를 위한 평가방법으로 AHP 방법론을 적용하여 평가 지표의 가중치를 도출하였다. 박철수·김만술(2011)은 의료산업의 국내벤처기업에 대한 신용평가를 위해 기업의 재무 요인과 비재무 요인을 구분하여 평가지표를 개발하였으며, 신용평가지표에 대한 평가를 위해 원주의료기기클러스터 내 소재하고 있는 금융기관 및 보증기관의 심사역을 대상으로 설문조사를 한 후 이를 AHP 방법론을 통해 분석하였다. 이용희 외(2013)는 의료기기의 중장기 전략을 세우기 위한 기초 연구로써 표준화 추진, 우선순위 및 표준화를 위한 전문가들의 인식 현황을 분석하기 위해 국내 의료기기 및 헬스케어 관련 종사자들을 대상으로 설문을 시행하여 AHP 분석과 ANOVA 분석을 수행하였다.

이처럼 AHP 분석은 의사결정과 관련된 연구에서 지속적으로 활용되고 있다. 따라서 본 연구에서 미래 먹거리 산업으로 성장할 수 있는 미

래유망 의료기기 우선순위에 대해 AHP 방법론을 이용하여 요인에 대한 중요도 및 우선순위를 도출하는 것은 적절한 연구방법이라고 판단된다.

2. 요인도출 및 연구모형

미래유망 의료기기의 우선순위 도출을 위해 AHP 설문조사를 수행한다. 설문 내용은 의료기기 중분류 11개, 세분류 31개, 세세분류 103개로 구분된다. 의료기기 분류체계는 크게 일반분류와 산업/시장 분류체계로 구분할 수 있다. 일반 분류는 법제화된 의료기기 분류, 과학기술분류상 의료기기 분야 등으로 볼 수 있으며 산업/시장분류체계는 한국표준산업분류, 시장관점 유형분류 등으로 구분할 수 있다.

우리나라의 경우 의료기기 분류체계는 식품의약품안전처의 의료기기 분류, 과학기술표준분류, 산업통상자원부의 산업기술 분류(바이오·의료), 한국보건산업진흥원 의료기기 분류를 참고할 수 있다. 한편, 한국보건산업진흥원에서는 의료기기를 유형군별로 총 16개, 중분류별로 총 8개로 분류하였으며 <표 5>와 <표 6>은 이를 정리한 것이다.

<표 5> 의료기기 유형군 분류

유형군명	주요 품목
방사선 영상진단기기	<ul style="list-style-type: none"> 진단용 X선 장치 : CT(전산화단층엑스선촬영장치), (Digital) X-ray system MRI(자기공명전산화단층촬영장치), PET(양전자방출전산화단층촬영장치), 형광 스캐너, 핵단층촬영장치, 골밀도측정장치 등 초음파영상진단기기, 초음파프로브, PACS 등 영상진료 소프트웨어(의료용 영상 전송, 영상 저장, 영상분석 장치 등), 의료용 필름현상기, 의료용 필름판독장치
생체계측기기	<ul style="list-style-type: none"> Patient Monitor(환자감시장치), 청진기, 체온계, 심전계 등 혈압계, 맥파계, 체온측정용 기구(의료용적외선촬영장치 등) 호흡기능 검사용(폐활량계, 호흡측정기 등), 청력검사용, 검안용(안과용현미경, 검안용굴절력 측정기, 색각검사기 등), 펄스옥시미터, 혈류계, 심박출량계 등
체외진단기기	<ul style="list-style-type: none"> 혈당측정기, 유전자 분석 기구, 체액 분석기기, 의료용 원심 분리기 등 혈액검사용, 유전자분석, 소변/분변분석, 의료용 원심분리기, 체외진단기기용 검사지 등

진료장치	• 진료대와 수술대, 의료용 침대, 보육기, 의료용 조명기, 소독기, 무균수 장치, 안과용 진료 장치 및 의자 등
마취 호흡 기기	• 마취기, 호흡 보조기(인공호흡기, 산소공급기, 의료용 산소발생기 등), 의료용 흡입기 등
전동식 수술 및 치료기기	• 로봇수술기, 레이저진료기, 의료용흡입기, 기흉기/기복기, 의료용자기 및 천공기 등
비전동식 수술 및 치료기구	• 저주파/고주파 자극기, 자외선/적외선 조사기, 초단파자극기, 의료용온열기, 의료용저온기, 의료용전기자극기, 체외충격파치료기, 의료용조합자극기 등 • 심장충격기, 심폐인공소생기, 사지압박순환장치 등 • 치료용하전입자가속장치, 의료용챔버 등
정형용품	• 조직 가공기, 결찰기 및 봉합기, 의료용 칼, 가위, 겸자, 톱, 끌, 망치, 흉벽 진동기 등 • 인공관절(인공무릎, 인공발목 관절 등), 스텐트(기관용, 기관지용, 대장용, 혈관용, 심혈관용 등), 추간체교정재, 인공추간판, 골접합용나사, 골접합용스태플 등
내장기능대용기	• 인공심폐기, 인공심폐용혈액회로, 심폐용혈액여과기, 인공폐, 의료용 보조순환장치, 인공신장기, 인공신장기용여과기, 인공심장박동기, 인공달팽이관장치 등
의료용 경	• 내시경, 체내의료용 카메라, 의료용현미경, 치경, 후두경, 기관지경, 식도경 등
의료용품	• 주사침 및 천자침, 주사기, 의료용누르개, 시력보정용 안경, 눈적용렌즈, 헤르니아 치료기구, 침 또는 구멍기구, 외과용품, 봉합사 및 결찰사, 피임용구, 방사선/레이저 장해 방어용 기구, 방사선용품, 의료용 취관 및 체액유도관, 의료용소식자, 의료용충전기 등
치과용 기기·기계	• 치과용 탐침, 치과용 중합기, 치과용 진료 장치 및 의자, 치과용 엔진, 치과용 탐침, 치과용 방습기, 치과용 중합기, 치과용 주조기 등
치과재료	• 치과용 임플란트, 치과용접착제, 치과용인상재료, 치과가공용합금, 심미치관재료, 근관치료제, 악안면성형용재료 등
가정용 치료기기	• 의료용 진동기, 개인용 전기자극기, 개인용온열기, 의료용 자기발생기, 의료용 물질생성기 등
재활기기	• 정형 및 기능 회복용 기구(견인장치, 정형용 교정장치 등), 보청기, 부목, 환자 운반차 등
체외진단용 시약	• 혈액 유전자/소변 또는 분변/체액 검사용 시약 등

출처: 한국보건산업진흥원(2015)

<표 6> 의료기기 중분류별 분류

중분류	소분류
치료·수술기기	중재적 치료기기, 수술용 치료기기, 방사선/초음파/광 치료기기, 한방용 치료기기, 기타 치료기기
의료영상기기	초음파 진단기기, 방사선 진단기기, MRI, 핵의학영상진단기기, 광학 영상 진단기기, 의료영상/신호 처리, 기타 의료영상기기,
생체현상계측기기	임상화학/생물 분석기기, 면역/분자유전 진단기기, 생체신호 측정/진단기기, 한방용 진단기기, 기타 생체현상계측 관련기술
자동화/로봇 의료기기	치료/진단용 로봇, 재활시술용 로봇, 수술용 로봇, 의료용 보조로봇, 기타 자동화/로봇 의료기기
재활 및 복지기기	감각/운동 기능 회복 재활 기기, 이동/생활 지원기기, 신체 기능 복원 기기, 기타 재활 및 복지 관련기술
의료용재료 /인공장기	인공장기, 의료용 생체재료, 구조복원용 의료기기, 체내 삼입형 의료기기, 기타 의료용 재료
의료정보/서비스	의료정보 표준화 기술, 의료정보 보안/보호 기술, 임상 의사결정지원 및 의학지식표현, 스마트 의료서비스 관련기술, 기타 의료정보관련 기술
의료기기안전관리	의료기기 기준규격/품질/안전관리, 의료기기성능/유효성평가기술, 기타 의료기기 안전관리

출처: 한국보건산업진흥원(2015)

본 연구에서는 의료기기 분류체계가 다양한 기관에 따라 모두 상이하여 전문가 브레인스토밍 과정에서 본 연구의 목적에 적합한 의료기기 분류를 총 11개(영상진단기기, 생체계측기기, 체외진단기기 및 체외진단분석기용 시약, 정형용품, 전동식 수술 및 치료기기, 마취 및 호흡기기, 내장기능대용기, 의료용경, 치과용 의료기기, 재활기기, 침단의료기)로 분류했으며, 브레인스토밍을 통한 의료기기 분류 과정은 다음과 같다.

보건산업진흥원 의료기기 분류체계는 의료기기 전반을 분류하는 기준으로 되어 있다. 따라서 보건산업진흥원의 의료기기 분류체계를 따르되, 본 연구의 목적을 달성하기 위해 기술(특히)적인 관점에서 기술적 난이도가 높지 않은 분류체계는 제외되었다.

‘진료장치’는 통상 진료대와 수술대, 의료용 침대, 보육기, 의료용 조명기, 소독기, 무균수 장치, 안과용 진료 장치 및 의자 등을 포함하는 분류기준이다. ‘진료장치’는 진료나 수술을 하는 장소에서 필요한 장치를 통칭하는 것이나, 일상 생활용품에 가까운 기술적 수준을 요구하고 있으므로 제외되었다.

‘비전동식 수술 및 치료기구’는 통상 저주파/고주파 자극기, 자외선/적외선 조사기, 초단파자극기, 의료용온열기, 의료용저온기, 의료용전기자극기, 체외충격파치료기, 의료용조합자극기, 심장충격기, 심폐인공소생기, 사지압박순환장치, 치료용하전입자가속장치, 의료용챔버 등을 포함하는 분류 기준으로 설정되어 있다. ‘전동식 수술 및 치료기구’와 ‘비전동식 수술 및 치료기구’의 가장 큰 차이점은 전동식 또는 비전동식인데 기존의 분류체계가 다소 문제가 있다고 판단되었다. ‘비전동식 수술 및 치료기구’에 속해 있던 체외충격파치료기, 심장충격기 등은 원래 ‘전동식 수술 및 치료기구’로 분류되어야 한다고 판단하여 ‘전동식 수술 및 치료기구’로 분류를 변경하였다.

의료용 자극기나 자외선/적외선 조사기 등이 의료용 치료보다는 주로 증상을 개선하는 물리치료 등에 사용하는 기술이 적용된 제품이어서 본 연구의 분류체계에서는 제외되었다.

‘의료용품’은 주사침 및 천자침, 주사기, 의료용누르개, 시력보정용 안경, 눈적용렌즈, 헤르니아 치료기구, 침 또는 구멍기구, 외과용품, 봉합사 및 결찰사, 피임용구, 방사선/레이저 장해 방어용 기구, 방사선용품, 의료용 취관 및 체액유도관, 의료용소식자, 의료용충전기 등을 포함하는 분류기준이다. ‘의료용품’ 역시 ‘진료장치’와 마찬가지로 기술적 고난도를 요구하는 제품이 아니므로 본 연구의 분류체계에서 제외되었다.

‘치과용 기기, 기계’는 치과용 탐침, 치과용 중합기, 치과용 진료 장치 및 의자, 치과용 엔진, 치과용 탐침, 치과용 방습기, 치과용 중합기, 치과용 주조기 등을 포함하는 분류기준이며, ‘치과재료’는 치과용 임플란트, 치과용접착제, 치과용 인상재료, 치과가공용합금, 심미치관재료, 근관치료제, 악안면성형용재료 등을 포함하는 분류기준이다. 위 분류기준에서 보는 바와 같이, 치과용 기기와 재료는 의료 현장에서 불가분의 관계이며 기술적 관련성이 매우 높으므로 두 기준을 수렴하여 ‘치과용 의료기기’로 통합되었다.

‘가정용 치료기기’는 의료용 진동기, 개인용 전기자극기, 개인용온열기, 의료용 자기발생기, 의료용 물질생성기 등을 포함하는 분류기준이다. ‘가정용 치료기기’는 ‘비전동식 수술 및 치료기구’와 기술적으로는 매우 유사하다. 단, 가정용으로 사용한다는 용도에 대한 차별기준이므로 본 연구에서 제외되었다.

‘체외진단기기’는 혈당측정기, 유전자 분석 기구, 체액 분석기기, 의료용 원심 분리기, 혈액검사용, 유전자분석, 소변/분변분석, 의료용 원심분리기, 체외진단기기용 검사지 등을 포함하는 분류기준이며, ‘체외진단용시약’은 혈액 유전자/소

변 또는 분변/체액 검사용 시약 등을 포함하는 분류기준이다. ‘체외진단기기’와 ‘체외진단용시약’은 ‘치과용 기기, 기계’와 ‘치과재료’를 합한 기준과 동일한 이유로 ‘체외진단기기 및 체외진단용시약’으로 통합되었다.

기존 ‘보건산업진흥원’의 16개 분류기준 중 ‘진료장치’ ‘비전동식 수술 및 치료기구’와 ‘의료용품’, ‘가정용 치료기기’가 제외되었고, ‘체외진단기기’와 ‘체외진단용시약’은 ‘체외진단기기 및 체외진단용시약’으로 통합되었다. ‘치과용 기기, 기계’와 ‘치과재료’는 ‘치과용 의료기기’로 통합되었으며, 조정된 10개의 기준에 ‘첨단의료기기’를 추가하

였다. 왜냐하면, 기존 분류기준에는 최근의 첨단 의료기술이 반영되어 있지 않다. 즉, 의료용 3D 프린터, 웨어러블(모바일) 의료기기와 같이 기술적 진입이 최근에 이루어졌으며, 특히 등록된 시기도 최근인 상황을 반영할 수 있는 기준을 추가하였다. 최종적으로 본 연구에서는 총 11개의 분류기준을 연구대상으로 설정하였다.

전술한 의료기기 분류 과정을 거쳐 선정된 의료기기 중분류별 정의는 <표 7>과 같으며, 이를 활용하여 AHP 요인 및 모형을 <표 8>과 같이 설계하였다.

<표 7> 의료기기 중분류별 정의

의료기기 중분류	정의
치과용 의료기기	치아와 그 주위 조직 및 구강을 포함한 악안면 영역의 질병이나 비정상적 상태 등을 예방하고 진단하며 치료를 도모하는 의학의 한 분야인 치과 진료 및 치료에 사용되는 의료기기로 정의
영상진단기기	인체의 기관, 조직, 세포 및 구조, 기능, 대사 및 성분 등에 대한 정보를 정량적으로 영상화하여 질병의 진단 및 치료에 필수적인 자료를 추출, 가공, 해석, 관리 및 출력하는 기술을 총칭
생체계측기기	환자의 질병이나 건강상태를 진단하기 위하여 체온, 심박수, 혈압, 심전도, 당뇨 및 만성질환 등 생체 신호를 측정하고 정보를 정량화하여 의학적으로 유용한 정보를 제공하기 위해 활용되는 모든 기기
체외진단기기 및 체외진단 분석기용 시약	질병의 진단이나 예방, 건강상태의 평가 등을 목적으로 인체에서 채취된 조직이나 혈액, 소변 등의 검체를 이용해 검사하는 의료기기 및 시약
마취 및 호흡기기	마취기기란 수술 시 환자가 고통 및 정신적 충격에 대해 인지하는 것을 방지하기 위해 지속적으로 흡입마취제와 Fresh gas를 혼합하여 환자에게 공급함으로써, 환자를 무의식 상태에서 호흡할 수 있도록 돕는 장치이며, 호흡기기란 환자를 무의식 상태에서 호흡할 수 있도록 돕는 장치를 총칭함
전동식 수술 및 치료기기	질병의 치료를 위해 환자에게 직접적으로 활용되는 각종 전동식 기기를 의미하며, 안과, 외과, 내과 등 다양한 진료과에 활용되는 기기
정형용품	골과 관절의 기능을 대체하는 보형물(인공관절 등)이나 골질의 고정을 위한 내고정 재료로서 금속, 세라믹, 중합체 등을 개발하여 활용
내장기능 대응기	인체에 적용하여 질병을 치료, 손상된 조직이나 장기를 대신하기 위해 사용되는 기기 및 기구, 재료로 정의
의료용 경	신체의 소화기 내부를 살펴보기 위한 의료기구로서 일반적으로 사용되는 종류로는 기관지경, 식도경, 위경, 십이지장경, 대장내시경, 방광경, 복강경등이 있음
재활기기	신체의 노화 및 사고 등으로 저하 또는 소실된 인체 근 골격 기능을 보조하거나 신체활동을 원활하게 수행할 수 있도록 지원하는 모든 기기로 정의
첨단의료기기	IT 등의 최신 기술과 융합되어 작용하는 의료 기기 기술로서, 데이터 관리 기술, 원격 서비스, 지능형 의료 시스템 등의 기술 분야가 속함

<표 8> 의료기기 분류체계에 따른 AHP 모형

중분류	세분류	세세분류	
치과용 의료기기	치과용 기기 및 기계	치과진단용 x선 발생장치	
		근관길이측정기(치과용 포함)	
		치과용 인상재료 혼합기	
		치과용 진료장치 및 의자	
		치과용 방습기	
	치과재료	치과 가공용 합금	
		치과용(비) 귀금속합금	
		치과용 도재	
		치과용 시멘트	
		치과용 충전재	
		치과용 접착제	
		치과용 인상재료	
		치과용 임플란트	
		치과용 골이식재	
	영상진단기기	x선 장치	디지털 X선
			유방촬영용 X선 장치
			전산화단층 X선 촬영장치
			이미지인텐시화이어 X선 투시촬영장치
초음파 측정장치		뇌조영장치	
		영상진단장치	
		골밀도측정기	
자기공명전산화단층촬영장치		초전도자석식유방용	
		상전도자석식부위 한정용	
		영구자석식부위 한정용	
컴퓨터 단층촬영 및 이의 융합기기		전신용 전산화단층 X선 촬영장치	
		부위 한정용 전산화단층 X선 촬영장치	
양전자 방출 단층 촬영 및 이의 융합기기		양전자 방출 단층 촬영	
		양전자방출·전산화단층 촬영장치 양전자방출·전산화단층 X선 조합 촬영장치	
단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치 및 이의 융합기기		단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치	
		단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치·CT 조합장치	
생체계측기기		환자감시장치	환자중앙감시장치
			신생아감시장치
	심장 정보 계측 기기	심전계	
		심박출량계 맥파계	

	혈액 정보 계측 기기	펄스옥시미터 혈압계 혈류계
체외진단기기 및 체외진단 분석기용 시약	혈당측정기기 및 시약	혈당측정기 혈액검사용 시약
	유전자분석기기 및 시약	유전자증폭장치 유전자검사 시약
	체액분석기기 및 시약	체액분석기 체액분석용 시약
마취 및 호흡기기	마취기	가스마취기 마취액주입용카테터 마취용인공호흡기
	호흡보조기	범용인공호흡기 운반형인공호흡기
전동식 수술 및 치료기기	로봇 수술기	컨트롤 유닛(콘솔) 기구조작용 압
	레이저 치료기기(수술기)	탄산가스 레이저 수술기 엔디야그 레이저 수술기 루비 레이저 수술기 알렉산드라이트 레이저 수술기 홀륨야그 레이저 수술기 반도체 레이저 수술기
	심장충격기	저출력 심장 충격기 이식형 심장 충격기 전동식 심폐인공 소생기
	체외충격파 치료기	전기 체외충격파 쇄석기 초음파 체외충격파 쇄석기
정형용품	인공관절	일반재질 인공관절 특수재질 인공관절
	스텐트	담관용
		식도용
		요관용
		대장용
		십이지장용
		혈관용
		심혈관용
	관상동맥용	
인공척추	일반재질 특수재질	

내장기능대용기 (인공장기)	인공심장	(비)생체재료 인공심장판막
		인공심폐용 회로
		심폐용 혈액 여과기
		이식용(형)인공심장박동기
	인공신장	인공 신장기
		인공신장기용 여과기
의료용 경	내시경	비디오연성 위내시경
		의료용 캡슐 내시경
		초음파 내시경
		경성신경 내시경
	현미경	틈새등 현미경
		안과용광학 현미경
		의료용 현미경
		내시경용 현미경
재활기기	정형 및 기능 회복용 기구	견인장치
		정형용 교정장치
	보청기	골도형
		기도형
		이식형
첨단의료기기	의료용 3D 프린터	선택적 레이저 소결 조형 타입
		압출 적층 조형 타입
		광경화 수지 조형 타입
		직접 금속 레이저 소결 조형 타입
	웨어러블(모바일) 의료기기	신체부착용 웨어러블(모바일)
		의류일체용 웨어러블(모바일)
		손목, 팔 착용형 웨어러블(모바일)
		머리착용형 웨어러블(모바일)
		생체이식/복용형 웨어러블(모바일)

IV. 실증분석 및 결과

1. 의료기기 분류별 AHP 우선순위 분석

미래유망 의료기기 분류별 우선순위 분석을 위해 총 30명의 의료기기 분야 전문가가 설문에 참여하였으며, 응답한 전문가의 산·학·연 구성은 산업계 19명, 학계 5명, 연구계 6명으로 분류되

었다. 설문대상이 의료기기 분야 전반에 대한 지식이나 경력을 보유하고 있는 전문가들로 구성되어 전체적으로 산업계의 비중이 다수를 차지하였다. 연구계의 경우 의료기기 개발 및 사업화를 목표로 하는 정부지원 사업에 참여하였거나 기획 경험을 보유하고 있는 보건산업진흥원의 연구원들을 대상으로 하였다. 또한 설문대상을 직접 방문하여 수집하는 방식을 사용함으로써 총 30부에 대한 설문지 회수율은 100%이다. 설

문대상에 대한 자세한 현황은 <표 9>에서 보여 주고 있다.

<표 10>은 중분류, 세분류, 세세분류에 따른 의료기기 수출유망 우선순위를 보여주고 있으며 L은 Local 가중치를 의미하며 하나의 기준

(criteria) 내 의료기기들의 우선순위를 판단하는 척도이다. 또한 G는 Global 가중치를 의미하며 동일 기준에서의 의료기기들의 우선순위를 판단하는 척도이다.

<표 9> AHP 설문을 위한 전문가 설문대상 현황

소속	직급	인원	관련분야 경력
산업계	변리사	8	의료분야 3년 이상 종사
	특허 분석사	11	의료분야 특허분석 7년 이상 경력
학계	교수	5	-
연구계	연구원	6	의료분야 7년 이상 경력

<표 10> 미래유망 의료기기 분류별 AHP 우선순위 도출 결과

중분류	세분류	세세분류		
치과용 의료기기 (L:0.128, G:0.128)	치과용기기, 기계 (L:0.288, G:0.036)	치과진단용 x선 발생장치(L:0.4, G:0.014)		
		근관길이측정기(치과용 포함)(L:0.174, G:0.006)		
		치과용 인상재료 혼합기(L:0.146, G:0.005)		
		치과용 진료장치 및 의자(L:0.184, G:0.006)		
		치과용 방습기(L:0.097, G:0.003)		
	치과재료 (L:0.712, G:0.091)	치과 가공용 합금(L:0.113, G:0.010)		
		치과용(비) 귀금속합금(L:0.092, G:0.008)		
		치과용 도재(L:0.11, G:0.010)		
		치과용 시멘트(L:0.062, G:0.005)		
		치과용 충전재(L:0.072, G:0.006)		
		치과용 접착제(L:0.159, G:0.014)		
		치과용 인상재료(L:0.107, G:0.009)		
		치과용 임플란트(L:0.163, G:0.014)		
		치과용 골이식재(L:0.121, G:0.011)		
		영상진단기기 (L:0.095, G:0.095)	x선장치 (L:0.145, G:0.013)	디지털 X선(L:0.247, G:0.003)
				유방촬영용 X선 장치(L:0.199, G:0.002)
				전산화단층 X선 촬영장치(L:0.281, G:0.003)
				이미지인텐시화이어 X선 투시촬영장치(L:0.273, G:0.003)
초음파 측정장치 (L:0.124, G:0.013)	뇌조영장치(L:0.249, G:0.002)			
	영상진단장치(L:0.36, G:0.004)			
		골밀도측정기(L:0.391, G:0.004)		

자기공명전산화단층촬영장치 (L:0.162, G:0.015)	초전도자석식유방용(L:0.647, G:0.009)	
	상전도자석식부위한정용(L:0.232, G:0.003)	
	영구자석식부위한정용(L:0.12, G:0.001)	
컴퓨터 단층촬영 및 이의 융합기기 (L:0.238, G:0.022)	전신용 전산화단층 X선 촬영장치(L:0.458, G:0.010)	
	부위한정용 전산화단층 X선 촬영장치 (L:0.542, G:0.012)	
양전자 방출 단층 촬영 및 이의 융합기기 (L:0.126, G:0.011)	양전자 방출 단층 촬영(L:0.397, G:0.004)	
	양전자방출 · 전산화단층 촬영장치(L:0.265, G:0.003)	
	양전자방출 · 전산화단층 X선 조합 촬영장치 (L:0.338, G:0.004)	
단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치 및 이의 융합기기 (L:0.205, G:0.019)	단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치 (L:0.219, G:0.004)	
	단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치 · CT 조합 장치(L:0.781, G:0.015)	
생체계측기기 (L:0.087, G:0.087)	환자감시장치 (L:0.257, G:0.022)	
	환자중앙감시장치(L:0.458, G:0.010)	
	심장 정보 계측 기기 (L:0.371, G:0.032)	
	심박출량계(L:0.223, G:0.007)	
	맥파계(L:0.32, G:0.010)	
	혈액 정보 계측 기기 (L:0.371, G:0.032)	
펄스옥시미터(L:0.352, G:0.011)		
체외진단기기,체외 진단분석기용시약 (L:0.135 , G:0.135)	혈당측정기기 및 시약 (L:0.137, G:0.018)	
	혈당측정기기(L:0.219, G:0.004)	
	혈액검사용 시약(L:0.781, G:0.014)	
	유전자분석기기 및 시약 (L:0.516, G:0.069)	
	유전자증폭장치(L:0.458 ,G:0.031)	
	유전자검사 시약(L:0.542, G:0.037)	
체액분석기기 및 시약 (L:0.347, G:0.046)	체액분석기기(L:0.255, G:0.011)	
	체액분석용 시약(L:0.745, G:0.034)	
	마취기 (L:0.369, G:0.019)	가스마취기(L:0.241, G:0.004)
		마취액주입용카테터(L:0.369, G:0.007)
마취용인공호흡기(L:0.39, G:0.007)		
호흡보조기 (L:0.631, G:0.034)	범용인공호흡기(L:0.451, G:0.015)	
	운반형인공호흡기(L:0.549, G:0.018)	
전동식 수술 및 치료기기 (L:0.095, G:0.095)	로봇 수술기 (L:0.152, G:0.014)	
	컨트롤 유닛(콘솔)(L:0.591, G:0.008)	
	기구조작용 암(L:0.409, G:0.005)	
	탄산가스 레이저 수술기(L:0.145, G:0.005)	
	엔디야그 레이저 수술기(L:0.195, G:0.006)	
레이저치료기기(수술기) (L:0.366, G:0.034)		
루비 레이저 수술기(L:0.107, G:0.003)		
알렉산드라이트 레이저 수술기(L:0.117, G:0.004)		

		홀름야그 레이저 수술기(L:0.157, G:0.005)
		반도체 레이저 수술기(L:0.279, G:0.009)
	심장충격기 (L:0.271, G:0.025)	저출력 심장 충격기(L:0.454, G:0.011)
		이식형 심장 충격기(L:0.339, G:0.008)
		전동식 심폐인공 소생기(L:0.208, G:0.005)
	체외충격파치료기 (L:0.212, G:0.020)	전기 체외충격파 쇄석기(L:0.631, G:0.012)
		초음파 체외충격파 쇄석기(L:0.369, G:0.007)
	인공관절 (L:0.362, G:0.019)	일반재질 인공관절(L:0.343, G:0.006)
		특수재질 인공관절(L:0.657, G:0.012)
정형용품 (L:0.053, G:0.053)	스텐트 (L:0.421, G:0.022)	담관용(L:0.055, G:0.001)
		식도용(L:0.098, G:0.002)
		요관용(L:0.049, G:0.001)
		대장용(L:0.084, G:0.001)
		십이지장용(L:0.071, G:0.001)
		혈관용(L:0.244, G:0.005)
		심혈관용(L:0.251, G:0.005)
		관상동맥용(L:0.149, G:0.003)
인공척추 (L:0.216, G:0.011)	일반재질(L:0.255, G:0.002)	
	특수재질(L:0.745, G:0.008)	
내장기능대용기 (인공장기) (L:0.104, G:0.104)	인공심장 (L:0.5, G:0.052)	(비)생체재질 인공심장판막(L:0.425, G:0.022)
		인공심폐용 회로(L:0.187, G:0.009)
		심폐용 혈액 여과기(L:0.178, G:0.009)
		이식용(형)인공심장박동기(L:0.21, G:0.010)
인공신장 (L:0.5, G:0.052)	인공 신장기(L:0.542, G:0.028)	
	인공신장기용 여과기(L:0.458, G:0.023)	
의료용 경 (L:0.029, G:0.029)	내시경 (L:0.712, G:0.020)	비디오연성 위내시경(L:0.37, G:0.007)
		의료용 캡슐 내시경(L:0.256, G:0.005)
		초음파 내시경(L:0.229, G:0.004)
		경성신경 내시경(L:0.145, G:0.002)
	현미경 (L:0.288, G:0.008)	틈새등 현미경(L:0.139, G:0.001)
		안과용광학 현미경(L:0.269, G:0.002)
		의료용 현미경(L:0.225, G:0.001)
		내시경용 현미경(L:0.367, G:0.003)
재활기기 (L:0.095, G:0.095)	정형 및 기능 회복용 기구 (L:0.369, G:0.035)	건인장치(L:0.409, G:0.014)
		정형용 교정장치(L:0.591, G:0.020)
	보청기 (L:0.631, G:0.059)	골도형(L:0.467, G:0.027)
		기도형(L:0.276, G:0.016)
		이식형(L:0.256, G:0.015)

첨단의료기 (L:0.124, G:0.124)	의료용3D프린터 (L:0.458, G:0.056)	선택적 레이저 소결 조형 타입(L:0.508, G:0.028)
		압출 적층 조형 타입(L:0.112, G:0.006)
		광경화 수지 조형 타입(L:0.176, G:0.009)
		직접 금속 레이저 소결 조형 타입(L:0.205, G:0.011)
	웨어러블(모바일)의료기기 (L:0.542, G:0.067)	신체부착용 웨어러블(모바일)(L:0.11, G:0.007)
		의류일체용 웨어러블(모바일)(L:0.214, G:0.014)
		손목, 팔 착용형 웨어러블(모바일)(L:0.279, G:0.018)
		머리착용형 웨어러블(모바일)(L:0.207, G:0.013)
		생체이식/복용형 웨어러블(모바일)(L:0.19, G:0.012)

주: 괄호 안의 L은 로컬 가중치, G는 글로벌 가중치를 의미함.

AHP에서 일관성 검정은 평가자의 판단에 대한 논리적 모순을 측정하는 것이다. AHP에서는 쌍대비교의 일관성을 측정하기 위하여 일관성 비율(Consistency Rate: CR), 일관성지수(Consistency Index: CI)와 임의지수(Random Index: RI)를 사용한다. AHP에서 신뢰할 수 있는 일관성의 임계치는 10%(0.10)로 사용하고 있으며, 20%(0.2)이상일 경우 일관성이 부족한 것으로 보고 재조사가 필요하다고 보고 있다(조근태, 2003). CR은 일관성평가의 최종적 판단 수치로서 $CR = \frac{CI}{RI}$, $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ 로 정의된다. 여기에서 n은 행렬의 차수 즉 쌍대비교에 포함

된 의사결정 요소 수를 말한다. 만약 평가자가 완전한 일관성을 유지하며 쌍대비교를 했다면 CI값은 0이 되고 따라서 CR 값도 0이 된다. λ_{max} 값은 일반적으로 n보다 크나, 만일 평가가 완전히 일관성 있게 이루어진다면 max값과 n은 일치한다. 보통 max 값이 n에 가까울수록 평가의 일관성이 높다는 것을 의미한다. 따라서 평가의 일관성이 올라갈수록 CI값은 작다. RI는 CI의 경우 n이 커지면 일관성은 0.1 이내로 떨어지는 단점을 보완하기 도입한 것으로 각 요소의 값을 랜덤하게 주어서 발생하는 다수의 쌍대비교행렬 CI의 평균치이다. 이 값은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 얻어지며 <표 11>과 같다.

<표 11> 무작위 지수 (Random Consistency Index)

차수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

본 연구에서는 설문 응답 30부에 대해 의료기기 각 분류별 일관성 분석을 실시한 결과 모든 CR 값이 0.2 이하로 계산되었다.

2. Fuzzy-AHP를 활용한 우선순위 도출

2.1 Fuzzy-AHP 기법

AHP기법은 의사결정방법의 하나로써 전문가들의 주관적인 판단을 객관화시킬 수 있도록 1에서 9 사이의 수치를 사용하여 쌍대비교를 통

해 중요도를 산출하는 분석방법이다. 그러나 이와 같은 과정에서 특정 수치가 의사결정자간에 동일하다고 하더라도 개별 의사결정자의 의견이 같다고 할 수 없다. 따라서 AHP 분석기법을 사용할 경우 표현방식의 한계로 인하여 발생하는 표현의 부정확성뿐만 아니라 수학적 이론이 갖는 한계점으로 모호성과 불확실성을 처리할 수 없다는 한계가 존재한다(모수원과 김창범, 2012). 따라서 본 연구에서는 모호성과 불확실성을 체계적으로 의사결정과정에서 반영하여 모형화할 수 있는 방법인 Fuzzy-AHP 분석기법을 활용하여 미래유망 의로기기 분류별 우선순위를 산출하였다.

Fuzzy-AHP 분석기법에서는 AHP 분석기법과 다르게 삼각퍼지수를 활용하며, 삼각퍼지수 $M_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ 는 의사결정자의 선택에 불확실성을 반영하기 위하여 특정값이 아닌 구간으로 표현된다. 여기서 m_{ij} 는 삼각퍼지수 M_{ij} 의 중간값으로 속성 i 가 속성 j 보다 중요한 정도를 나타내는 수치이며, l_{ij} 와 m_{ij} 는 구간 내의 양끝값을 나타낸다(조승국과 이주석, 2006). <표 12>는 AHP의 쌍대비교에서 이용되는 언어표현 척도와 각각에 해당하는 삼각퍼지수의 예를 보여 주고 있다(Dagdeviren & Yuksel, 2008).

<표 12> 쌍대비교 언어 척도 및 퍼지수

언어척도	비퍼지수	삼각퍼지수	삼각 퍼지수 역수
동등하게 중요하다	1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
약간 중요하다	3	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
상당히 중요하다	5	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
매우 중요하다	7	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
절대적으로 중요하다	9	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

Fuzzy-AHP는 다음과 같은 5단계로 구성된다. 1단계에서는 퍼지 척도를 이용하여 평가기준 또는 대안 간 쌍대비교를 실시하여 상대적 가중치의 평균값을 도출한다.

2단계에서는 식(1)-(4)을 이용하여 속성 I번째의 삼각퍼지수 $S_i = (l_i, m_i, u_i)$ 를 계산한다.

$$S_i = \prod_{j=1}^m M_{ij} \otimes \left[\prod_{i=1j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} \dots\dots\dots (1)$$

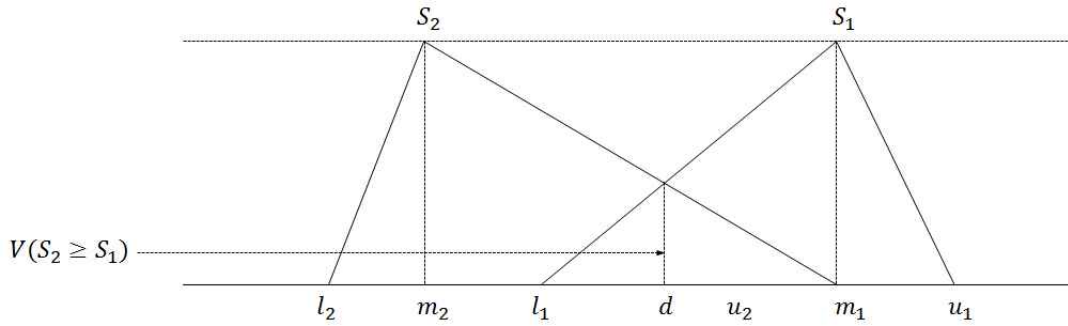
$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^m M_{ij} = \left(\sum_{j=1}^m l_{ij}, \sum_{j=1}^m m_{ij}, \sum_{j=1}^m u_{ij} \right) (2)$$

$$\sum_{i=1j=1}^n M_{ij} = \left(\sum_{i=1}^n l_{ij}, \sum_{i=1}^n m_{ij}, \sum_{i=1}^n u_{ij} \right) (3)$$

$$\left[\prod_{i=1j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_{ij}} \right) (4)$$

3단계에서는 삼각퍼지수 S_i 를 식(5)를 이용하여 $S_j \geq S_i$ 일 가능성 정도를 산출한다.

$$V(S_i \geq S_j) = \text{height}(S_1 \cap S_2) = \mu_{S_1}(d) = \begin{cases} 1, \text{ if } m_i \geq m_j \\ 0, \text{ if } l_j \geq u_i \\ \frac{l_j - u_i}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)}, \text{ otherwise} \end{cases} (5)$$



<그림 2> 삼각퍼지수 S_1 과 S_2 의 교차

식 (5)는 예를 들면 다음과 같은 관계식으로 나타낼 수 있다.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 \text{ iff } m_1 \geq m_2$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{hgt(S_1 \cap S_2)}{l_1 - u_2}$$

$$= \frac{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}$$

4단계에서는 $V(S_j \geq S_i)$ 의 최소 가능성의 정도를 식 (6)을 통해 구한다.

$$V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S_k)$$

$$= V[(S_i \geq S_1 \text{ and } (S_i \geq S_2 \text{ and } \dots (S_i \geq S_k))]$$

$$(6)$$

$$= \min V(S_i \geq S_j), i = 1, 2, 3, \dots, k$$

5단계에서는 $d(i) = \min V(S_i \geq S_k)$ 라고 가정하면 $d(i)$ 로 구성된 각 속성들의 가중치를 포함한 벡터 W 를 구할 수 있으며 이를 정규화하면 각 속성들의 최종적인 가중치 벡터 W' 를 구하게 된다. <표 13>은 임의 응답자의 내시경 중요도에 대한 퍼지 응답행렬을 예시로 보여주고 있다.

<표 13> 임의 응답자의 내시경 중요도에 대한 퍼지 응답행렬

	비디오 연성 위 내시경	의료용 캡슐 내시경	초음파 내시경	경성신경 내시경	Σ
비디오 연성 위 내시경	1, 1, 1	1, 3/2, 2	1, 3/2, 2	1, 3/2, 2	4.00, 5.50, 7.00
의료용 캡슐 내시경	1/2, 2/3, 1	1, 1, 1	1/2, 2/3, 1	1/2, 2/3, 1	2.50, 3.00, 4.00
초음파 내시경	1/2, 2/3, 1	1, 3/2, 2	1, 1, 1	3/2, 2, 5/2	4.00, 5.17, 6.50
경성신경 내시경	1/2, 2/3, 1	1, 3/2, 2	2/5, 1/2, 2/3	1, 1, 1	2.90, 3.67, 4.67

식 (1)을 활용하여 삼각퍼지수 S_1 부터 S_4 까지의 값을 아래와 같이 산출하였다.

$$S_1 = (4.00, 5.50, 7.00) \otimes (1/22.2, 1/17.3, 1/13.4)$$

$$= (0.18, 0.32, 0.52)$$

$$S_2 = (2.50, 3.00, 4.00) \otimes (1/22.2, 1/17.3, 1/13.4)$$

$$= (0.11, 0.17, 0.30)$$

$$S_3 = (4.00, 5.17, 6.50) \otimes (1/22.2, 1/17.3, 1/13.4)$$

$$= (0.18, 0.30, 0.49)$$

$$S_4 = (2.90, 3.67, 4.67) \otimes (1/22.2, 1/17.3, 1/13.4)$$

$$= (0.13, 0.21, 0.35)$$

따라서 비디오 연성 위 내시경, 의료용 캡슐 내시경, 초음파 내시경, 경성신경 내시경의 삼각 퍼지수는 각각 (0.18, 0.32, 0.52), (0.11, 0.17, 0.30), (0.18, 0.30, 0.49), (0.13, 0.21, 0.35)이다. 삼

각퍼지수 S_i 들을 비교하여 $S_i \geq S_j$ 일 가능성의 정도 $V(S_i \geq S_j)$ 를 계산하며, $V(S_i \geq S_j)$ 의 값들 중에서 가장 작은 값 $d(i)$ 를 <표 14>와 같이 산출하였다.

<표 14> $S_i \geq S_j$ 일 가능성의 정도 $V(S_i \geq S_j)$

구분		S_j				$d(i)$
		S_1	S_2	S_3	S_4	
S_i	S_1	-	1	1	1	1
	S_2	0.44	-	0.48	0.81	0.44
	S_3	0.94	1	-	1	0.94
	S_4	0.60	1	0.65	-	0.60

여기서 도출된 속성별 가중치 벡터를 정규화 하면 비디오 연성 위 내시경, 의료용 캡슐 내시경, 초음파 내시경, 경성신경 내시경의 가중치는 $W = (0.34, 0.15, 0.32, 0.20)$ 이 된다. 한편, 해당 가중치는 임의 응답자로부터 도출된 값이므로, 모든 AHP 설문 응답자의 설문 결과를 위

와 같은 방식으로 계산한 후 평균을 계산하여 최종 가중치를 도출하였다.

이와 같은 절차를 통해 의료기기의 중분류, 세분류, 세세분류별 우선순위를 도출하였으며, 그 결과는 <표 15>와 같다.

<표 15> Fuzzy-AHP를 활용한 미래유망 의료기기 분류별 우선순위 도출 결과

중분류	세분류	세세분류
치과용 의료기기 (L: 0.218, G: 0.218)	치과용기기, 기계(L: 0.204, G: 0.044)	치과진단용 x선 발생장치(L: 0.519, G: 0.023)
		근관길이측정기(치과용 포함)(L: 0.108, G: 0.005)
		치과용 인상재료 혼합기(L: 0.188, G: 0.008)
		치과용 진료장치 및 의자(L: 0.148, G: 0.007)
		치과용 방습기(L: 0.037, G: 0.002)
	치과재료(L: 0.796, G: 0.174)	치과 가공용 합금(L: 0.078, G: 0.014)
		치과용(비) 귀금속합금(L: 0.078, G: 0.014)
		치과용 도재(L: 0.16, G: 0.028)
		치과용 시멘트(L: 0.041, G: 0.007)
		치과용 충전재(L: 0.041, G: 0.007)
		치과용 접착제(L: 0.225, G: 0.039)
		치과용 인상재료(L: 0.022, G: 0.008)
		치과용 임플란트(L: 0.197, G: 0.034)
		치과용 골이식제(L: 0.16, G: 0.028)

영상진단기기 (L: 0.071, G: 0.071)	x선장치(L: 0.14, G: 0.01)	디지털 X선(L: 0.273, G: 0.003)
		유방촬영용 X선 장치(L: 0.146, G: 0.001)
		전산화단층 X선 촬영장치(L: 0.313, G: 0.003)
		이미지인텐시화이어 X선 투시촬영장치 (L: 0.267, G: 0.003)
	초음파 측정장치(L: 0.12, G: 0.009)	뇌조영장치(L: 0.334, G: 0.003)
		영상진단장치(L: 0.261, G: 0.002)
		골밀도측정기(L: 0.405, G: 0.003)
	자기공명전산화단층촬영장치 (L: 0.142, G: 0.01)	초전도자석식유방용(L: 0.788, G: 0.008)
		상전도자석식부위 한정용(L: 0.162, G: 0.002)
		영구자석식부위 한정용(L: 0.051, G: 0.001)
	컴퓨터 단층촬영 및 이의 융합기기 (L: 0.259, G: 0.018)	전신용 전산화단층 X선 촬영장치 (L: 0.463, G: 0.009)
		부위 한정용 전산화단층 X선 촬영장치 (L: 0.537, G: 0.01)
	양전자 방출 단층 촬영 및 이의 융합 기기 (L: 0.126, G: 0.009)	양전자 방출 단층 촬영(L: 0.463, G: 0.004)
		양전자방출 · 전산화단층 촬영장치 (L: 0.214, G: 0.002)
		양전자방출 · 전산화단층 X선 조합 촬영장치 (L: 0.323, G: 0.003)
단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장 치 및 이의 융합기기 (L: 0.214, G: 0.015)	단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치 (L: 0.074, G: 0.001)	
	단일 광자 방출 전산화 단층촬영 장치 · CT 조 합장치(L: 0.926, G: 0.014)	
생체계측기기 (L: 0.042, G: 0.042)	환자감시장치(L: 0.333, G: 0.014)	환자중앙감시장치(L: 0.463, G: 0.006)
		신생아감시장치(L: 0.537, G: 0.008)
	심장 정보 계측 기기 (L: 0.215, G: 0.009)	심전계(L: 0.504, G: 0.005)
		심박출량계(L: 0.288, G: 0.003)
		맥파계(L: 0.208, G: 0.002)
	혈액 정보 계측 기기 (L: 0.451, G: 0.019)	펄스옥시미터(L: 0.444, G: 0.004)
혈압계(L: 0.174, G: 0.002)		
<td>혈류계(L: 0.382, G: 0.003)</td>	혈류계(L: 0.382, G: 0.003)	
체외진단기기 및 체외진단분석기용시약 (L: 0.116, G: 0.116)	혈당측정기기 및 시약 (L: 0.111, G: 0.013)	혈당측정기(L: 0.074, G: 0.001)
		혈액검사용 시약(L: 0.926, G: 0.012)
	유전자분석기기 및 시약 (L: 0.611, G: 0.071)	유전자증폭장치(L: 0.463, G: 0.033)
		유전자검사 시약(L: 0.537, G: 0.038)
체액분석기기 및 시약 (L: 0.278, G: 0.032)	체액분석기(L: 0.167, G: 0.005)	
	체액분석용 시약(L: 0.833, G: 0.027)	
마취 및 호흡기기 (L: 0.013, G: 0.013)	마취기(L: 0.333, G: 0.004)	가스마취기(L: 0.222, G: 0.001)
		마취액주입용카테터(L: 0.409, G: 0.002)
		마취용인공호흡기(L: 0.369, G: 0.002)
	호흡보조기(L: 0.667, G: 0.009)	범용인공호흡기(L: 0.407, G: 0.004)
		운반형인공호흡기(L: 0.593, G: 0.005)

전동식 수술 및 치료기기 (L: 0.116, G: 0.116)	로봇 수술기(L: 0.202, G: 0.023)	컨트롤 유닛(콘솔)(L: 0.63, G: 0.015)
		기구조작용 암(L: 0.37, G: 0.009)
	레이저치료기기(수술기) (L: 0.377, G: 0.044)	탄산가스 레이저 수술기(L: 0.196, G: 0.009)
		엔디야그 레이저 수술기(L: 0.209, G: 0.009)
		루비 레이저 수술기(L: 0.062, G: 0.003)
		알렉산드라이트 레이저 수술기(L: 0.054, G: 0.002)
		홀름야그 레이저 수술기(L: 0.115, G: 0.005)
	심장충격기(L: 0.18, G: 0.021)	반도체 레이저 수술기(L: 0.365, G: 0.016)
		저출력 심장 충격기(L: 0.551, G: 0.012)
		이식형 심장 충격기(L: 0.399, G: 0.008)
체외충격파치료기(L: 0.241, G: 0.028)	전동식 심폐인공 소생기(L: 0.051, G: 0.001)	
	전기 체외충격파 쇄석기(L: 0.667, G: 0.019)	
정형용품 (L: 0, G: 0)	인공관절(L: 0.386, G: 0)	초음파 체외충격파 쇄석기(L: 0.333, G: 0.009)
		일반재질 인공관절(L: 0.333, G: 0)
	스텐트(L: 0.503, G: 0)	특수재질 인공관절(L: 0.667, G: 0)
		담관용(L: 0.037, G: 0)
		식도용(L: 0.081, G: 0)
		요관용(L: 0.021, G: 0)
		대장용(L: 0.083, G: 0)
		십이지장용(L: 0.013, G: 0)
		혈관용(L: 0.322, G: 0)
	심혈관용(L: 0.32, G: 0)	
인공척추(L: 0.111, G: 0)	관상동맥용(L: 0.123, G: 0)	
	일반재질(L: 0.167, G: 0)	
내장기능대용기 (인공장기) (L: 0.201, G: 0.201)	인공심장(L: 0.5, G: 0.101)	특수재질(L: 0.833, G: 0)
		(비)생체재질 인공심장판막(L: 0.493, G: 0.05)
		인공심폐용 회로(L: 0.202, G: 0.02)
		심폐용 혈액 여과기(L: 0.182, G: 0.018)
	인공신장(L: 0.5, G: 0.101)	이식용(형)인공심장박동기(L: 0.123, G: 0.012)
인공 신장기(L: 0.537, G: 0.054)		
의료용 경 (L: 0, G: 0)	내시경(L: 0.796, G: 0)	인공신장기용 여과기(L: 0.463, G: 0.047)
		비디오연성 위내시경(L: 0.361, G: 0)
		의료용 캡슐 내시경(L: 0.314, G: 0)
		초음파 내시경(L: 0.23, G: 0)
	현미경(L: 0.204, G: 0)	경성신경 내시경(L: 0.095, G: 0)
		뜸새등 현미경(L: 0.11, G: 0)
		안과용광학 현미경(L: 0.254, G: 0)
		의료용 현미경(L: 0.232, G: 0)
재활기기	정형 및 기능 회복용 기구	내시경용 현미경(L: 0.404, G: 0)
		견인장치(L: 0.37, G: 0)

(L: 0.042, G: 0.042)	(L: 0.333, G: 0.014)	정형용 고정장치(L: 0.63, G: 0)
	보청기(L: 0.667, G: 0.028)	골도형(L: 0.384, G: 0)
		기도형(L: 0.051, G: 0)
		이식형(L: 0.566, G: 0)
첨단의료기 (L: 0.181, G: 0.181)	의료용3D프린터(L: 0.463, G: 0.084)	선택적 레이저 소결 조형 타입(L: 0.609, G: 0.051)
		압출 적층 조형 타입(L: 0.037, G: 0.003)
		광경화 수지 조형 타입(L: 0.207, G: 0.017)
		직접 금속 레이저 소결 조형 타입(L: 0.147, G: 0.012)
	웨어러블(모바일)의료기기 (L: 0.537, G: 0.097)	신체부착용 웨어러블(모바일)(L: 0, G: 0)
		의류일체용 웨어러블(모바일)(L: 0.145, G: 0.014)
		손목, 팔 착용형 웨어러블(모바일)(L: 0.325, G: 0.032)
		머리착용형 웨어러블(모바일)(L: 0.134, G: 0.013)
		생체이식/복용형 웨어러블(모바일)(L: 0.396, G: 0.038)

주: 괄호 안의 L은 로컬 가중치, G는 글로벌 가중치를 의미함.

2.2 AHP와 Fuzzy-AHP를 활용한 분류별 의료기기 우선순위 도출 결과

본 절에서는 AHP분석 결과와 Fuzzy-AHP 분석 결과를 비교하고자 한다. 공간상의 제약으로 인해 세분류에서는 ‘치과용 의료기기’, 세세분류에서는 ‘치과용기기, 기계’와 ‘치과용 재료’에 대한 분석 결과를 서술했으며, 나머지 세분류와 세세분류에 대한 분석결과는 <표 15>에 제시되어 있다.

중분류 기준에서 AHP 가중치를 살펴보면 ‘체외진단기기 및 분석기용 시약(0.135)’의 가중치 값이 제일 높게 나타났으나 Fuzzy-AHP 가중치를 살펴보면 ‘치과용 의료기기’의 가중치 값(0.218)이 가장 높게 나타났다.

세분류에 대한 우선순위를 살펴보면, 치과용 의료기기의 경우 ‘치과재료(A: 0.712, F: 0.796)’의 우선순위가 가장 높게 도출되었다.

세세분류에 대한 우선순위를 살펴보면, 치과용 의료기기에서 치과용 기기, 기계의 경우 ‘치과진

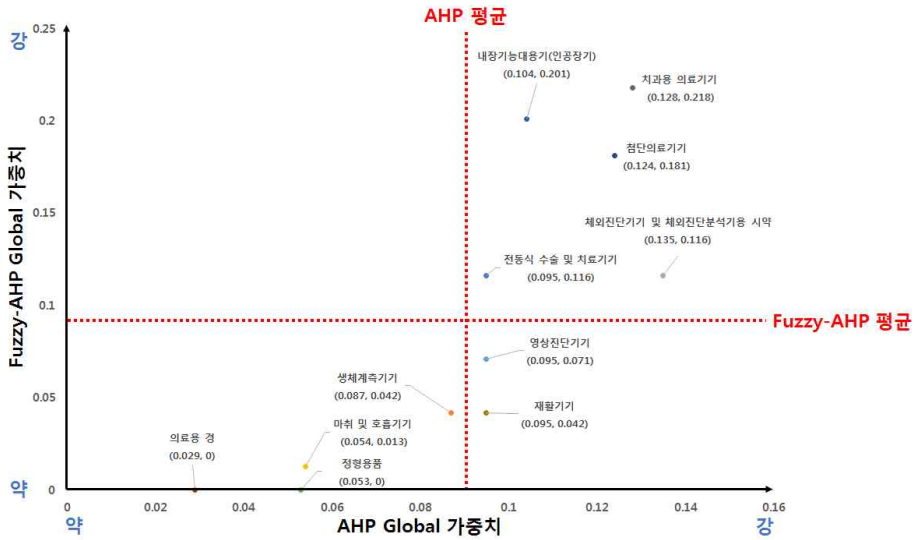
단용 x선 발생장치A: 0.400, F: 0.519)’의 우선순위가 가장 높게 나타났다. ‘치과재료’의 경우 AHP 분석결과 ‘치과용 임플란트(0.163)’의 우선순위가 가장 높게 나타났으나 Fuzzy-AHP 분석결과 ‘치과용 접착제(0.225)’의 우선순위가 가장 높게 나타났다.

본 연구에서는 AHP와 Fuzzy-AHP의 결과가 서로 상이한 점으로 감안하여, 두 방법론 모두에서 높은 가중치를 획득한 의료기기를 미래유망 의료기기로 선정하기로 하였다. 이를 위해 AHP와 Fuzzy-AHP의 Global 가중치를 X축, Y축으로 하는 포지셔닝 맵을 중분류, 세분류별로 작성하였다. <그림 3>은 중분류 의료기기에 대한 포지셔닝 맵이며, 그림에 대한 설명은 다음과 같다. ‘치과용 의료기기’, ‘내장기능대용기’, ‘첨단의료기기’, ‘체외진단기기 및 체외진단분석기용 시약’, ‘전동식 수술 및 치료기기’의 가중치 값은 AHP 가중치의 평균값(0.09)과 Fuzzy-AHP 가중치의 평균값(0.09)보다 높게 나타났으며, 그 중 ‘치과

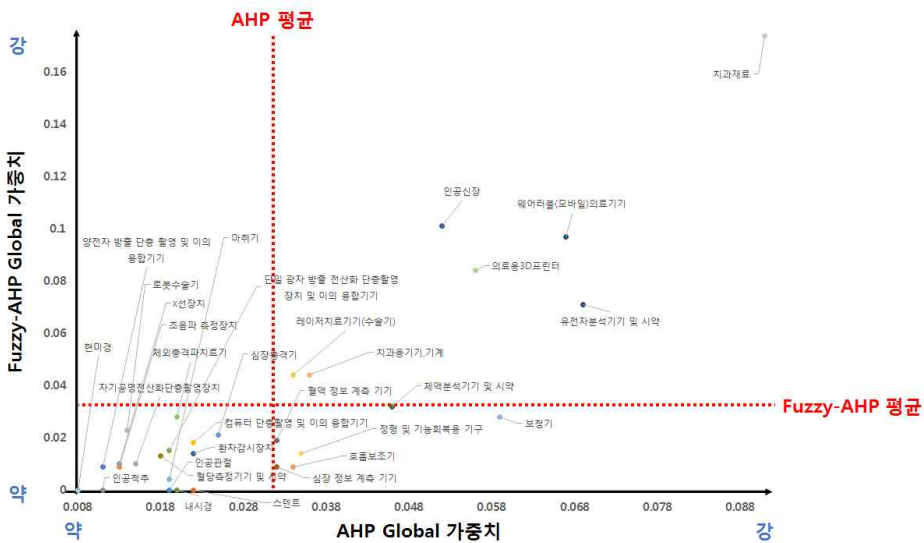
용 의료기기'의 가중치 값이 AHP와 Fuzzy-AHP 에서 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다.

한편 <그림 4>를 살펴보면 ‘치과재료’, ‘인공신장’, ‘웨어러블(모바일)의료기기’, ‘의료용3D프린터’, ‘유전자분석기기 및 시약’, ‘레이저치료기기

(수술기)’, ‘치과용기기, 기계’의 가중치 값이 AHP 가중치의 평균값(0.031)과 Fuzzy-AHP 가중치의 평균값(0.032)보다 높게 나타났으며, 그 중 ‘치과재료’의 가중치 값이 AHP와 Fuzzy-AHP에서 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다.



<그림 3> AHP & Fuzzy-AHP Global 가중치 포지셔닝 맵(중분류)



<그림 4> AHP & Fuzzy-AHP Global 가중치 포지셔닝 맵(세분류)

전술한 분석결과를 종합하면 중분류에서는 ‘치과용 의료기기’가 AHP, Fuzzy-AHP에서 모두 가장 높은 가중치 값을 나타냈고, 세분류에서는 ‘치과용 의료기기’에 속하는 ‘치과재료’가 가장 높은 가중치 값을 나타냈다. 해당 결과를 통해 의료기기 전문가들은 가장 유망한 의료기기로 ‘치과용 의료기기’ 중 ‘치과재료’를 선정했음을 알 수 있다.

2.3 핵심 미래 유망 의료기기 검증 및 전략 도출

앞에서 도출된 ‘치과재료’가 유망 의료기기인지를 검증하기 위해 보건산업 통계에서 제공하는 ‘의료기기 품목별 생산현황’으로부터 본 연구에서 선정한 31개 세분류 의료기기 중 23개 의료기기의 2013~2015년 생산액 데이터를 수집했다. 전재현 외(2016)는 의료기기 네트워크 분석을 통해 도출된 핵심기술의 검증을 위해 보건산업통계에서 제공하는 의료기기 생산 및 수출입 통계자료를 활용하였다. 그들은 도출된 핵심기술이 생산액 상위에 해당하는지 비교하여 네트워크 분석을 통한 핵심기술 도출방법론의 타당성을 주장하였다. 이를 활용하여 본 연구에서는 AHP와 Fuzzy-AHP를 통해 도출된 세분류별 의료기

기 우선순위를 검증하기 위해 AHP와 Fuzzy-AHP의 가중치 순위와 의료기기 생산액 순위를 비교하였다. 자료의 대표성을 확보하기 생산액 데이터는 3년간 생산액을 평균하여 활용하였다.

<표 16>을 살펴보면, ‘치과재료’, ‘레이저치료기기(수술기)’, ‘치과용기기, 기계’, ‘보청기’, ‘유전자분석기기 및 시약’이 생산액과 AHP Global 가중치, Fuzzy-AHP 글로벌 가중치 순위가 모두 10위권 내에 위치한 것으로 나타났다. 특히 ‘치과재료’의 경우 생산액과 AHP Global 가중치, Fuzzy-AHP Global 가중치의 값이 모두 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다. 한편, ‘초음파 측정장치’, ‘x선장치’는 모두 생산액을 기준으로 5위권 안으로 위치하고 있으나 AHP, Fuzzy-AHP 분석 결과 해당 의료기기의 우선순위가 10위권 밖으로 위치하고 있는 것을 알 수 있으며, ‘레이저치료기기(수술기)’와 ‘치과용기기, 기계’는 생산액과 Fuzzy-AHP 분석결과를 기준으로 5위권 안으로 위치하고 있으나, AHP 분석결과를 기준으로 5위권 밖으로 위치하고 있는 것을 알 수 있다. 해당 검증 결과를 통해 ‘치과재료’가 국내 의료기기 산업에 있어 가장 핵심적인 미래 유망 의료기기임을 알 수 있다.

<표 16> 핵심 미래 유망 의료기기 검증을 위한 의료기기 세분류별 생산액, AHP Global 가중치, Fuzzy-AHP Global 가중치 비교

세분류	생산액(단위: 천 원)	AHP	Fuzzy-AHP
치과재료	796,818,422(1)	0.091(1)	0.174(1)
초음파 측정장치	483,259,094(2)	0.013(21)	0.009(16)
x선장치	251,853,013(3)	0.013(21)	0.01(14)
레이저치료기기(수술기)	82,050,975(4)	0.034(8)	0.044(4)
치과용기기, 기계	54,986,711(5)	0.036(6)	0.044(4)
보청기	54,471,311(6)	0.059(3)	0.028(7)
유전자분석기기 및 시약	47,695,785(7)	0.069(2)	0.071(3)
혈당측정기기 및 시약	43,600,856(8)	0.018(19)	0.013(13)
스텐트	39,083,748(9)	0.022(13)	0(20)
심장충격기	16,745,009(10)	0.025(12)	0.021(9)

인공관절	14,366,132(11)	0.019(17)	0(20)
환자감시장치	11,341,245(12)	0.022(13)	0.014(11)
내시경	10,314,656(13)	0.02(15)	0(20)
혈액 정보 계측기기	6,651,183(14)	0.032(10)	0.019(10)
자기공명진산화단층촬영장치	5,148,864(15)	0.015(20)	0.01(14)
심장 정보 계측기기	5,028,497(16)	0.032(10)	0.009(16)
체외충격파치료기	3,931,060(17)	0.02(15)	0.028(7)
정형 및 기능 회복용 기구	2,895,957(18)	0.035(7)	0.014(11)
마취기	2,732,408(19)	0.019(17)	0.004(19)
현미경	2,250,130(20)	0.008(23)	0(20)
체액분석기기 및 시약	894,767(21)	0.046(5)	0.032(6)
인공신장	23,652(22)	0.052(4)	0.101(2)
호흡보조기	2,547(23)	0.034(8)	0.009(16)

주: 괄호 안의 숫자는 순위를 의미함.

본 연구에서 제시한 의료기기 분류 중 세분류에 속하는 ‘치과 재료’는 생산액 측면에서도 강세를 보이고 있고, 의료기기의 미래 유망성 측면에서도 높은 위치에 속해있다. ‘치과 재료’는 ‘치과 가공용 합금’, ‘치과용(비) 귀금속 합금’, ‘치과용 도재’, ‘치과용 시멘트’, ‘치과용 충전재’, ‘치과용 접착제’, ‘치과용 인상재료’, ‘치과용 임플란트’, ‘치과용 골이식재’로 구성되며 생산액과 AHP Local 가중치, Fuzzy-AHP Local 가중치를 정리하면 <표 17>과 같다.

<표 17>을 살펴보면 ‘치과 재료’의 9가지 세분류 중 ‘치과용 임플란트’의 생산액과 AHP

Local 가중치 값이 가장 높게 나타난 것을 알 수 있으며, Fuzzy-AHP Local 가중치 값 또한 두 번째로 높게 나타났다. ‘치과 가공용 합금’의 생산액은 두 번째로 높게 나타난 것을 확인할 수 있으나, AHP Local 가중치와 Fuzzy-AHP Local 가중치 모두 3위권 밖으로 나타난 것을 알 수 있다. ‘치과 재료’의 모든 세분류 항목들 중 모든 항목에서 3위권 내에 위치한 항목은 ‘치과용 임플란트’ 밖에 없으므로 ‘치과 재료’ 중 가장 우선순위로 육성해야 할 품목은 ‘치과용 임플란트’임을 알 수 있다.

<표 17> 치과재료 분야 생산액, AHP Local 가중치, Fuzzy-AHP Local 가중치를 활용한 핵심 유망 치과재료 도출

구분	생산액(단위: 천 원)	AHP	Fuzzy-AHP
치과용 임플란트	600,724,680(1)	0.163(1)	0.197(2)
치과 가공용 합금	118,946,417(2)	0.113(4)	0.078(5)
치과용(비) 귀금속합금	40,737,704(3)	0.092(7)	0.078(5)
치과용 골이식재	16,370,995(4)	0.121(3)	0.16(3)
치과용 충전재	9,742,727(5)	0.072(8)	0.041(7)
치과용 도재	8,609,927(6)	0.11(5)	0.16(3)
치과용 접착제	966,542(7)	0.159(2)	0.225(1)
치과용 인상재료	709,851(8)	0.107(6)	0.022(9)
치과용 시멘트	9,581(9)	0.062(9)	0.041(7)

주) 괄호 안의 숫자는 순위를 의미함.

<표 18>은 한국 보건산업진흥원의 ‘치과용 임플란트’에 관한 보건통계 자료를 요약 정리한 것이며 자세한 내용은 다음과 같다. <표 18>을 살펴보면 ‘치과용 임플란트’의 생산액은 2011년 2,497억 원에서 2015년 6,479억 원으로 CAGR이 약 26.92%에 달하는 것으로 나타났으며, 수출액은 2011년 735억 원에서 2015년 1,518억 원으로 CAGR이 약 19.86%에 달하는 것으로 나타났다. 한편, 수입액은 2011년 242억 원에서 2015년 118억 원으로 CAGR이 약 -16.48%를 기록한 것을 알 수 있다. 생산액은 증가한 반면 수입액이 감

소한 현상은 임플란트 기술이 상향평준화됨으로써 국가 간 기술 격차가 줄어들게 되었고, 국내 임플란트 시장에서 국산 업체인 오스템 임플란트가 50% 이상의 점유율을 차지하게 됨으로써 외산 임플란트 업체의 입지가 약해진 것에 기인한다. 또한, 수출액이 증가한 것은 국내 임플란트 시장이 이미 성장 한계점에 근접해 있다는 인식 하에 많은 업체들이 내수 시장 확대 전략보다는 해외 시장 개척 전략에 집중함으로써 발생한 현상으로 사료된다.

<표 18> 치과용 임플란트 시장 동향

(단위: 천 원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	CAGR (‘11~’15)
생산액 (A)	249,716,692	448,537,370	556,011,895	598,162,329	647,999,816	26.92%
수출액 (B)	73,580,973	96,573,300	112,474,714	124,794,688	151,842,647	19.86%
수입액 (C)	24,284,338	19,098,581	14,901,599	14,174,127	11,817,065	-16.48%
무역수지 (E = B - C)	49,296,635	77,474,719	97,573,115	110,620,561	140,025,582	29.82%
시장 규모	299,013,327	526,012,089	653,585,010	666,632,456	96,037,477	23.52%
수입 의존도	67.13	64.87	63.82	64.52	61.99	-

출처: 보건산업통계

국내 의료기기 산업 육성의 일환으로 핵심 미래 유망 의료기기로 선정된 ‘치과용 임플란트’ 산업 육성 전략을 도출하기 위해 설문지를 작성한 30인의 전문가 중 일부의 자문을 구했으며, 자세한 내용은 다음과 같다. 현재 국내 임플란트 시장은 오스템 임플란트사가 절반 이상의 점유율을 차지하고 있으므로, 국내 임플란트 시장에 참여한 중소기업을 대상으로 민간투자기관과의 매칭 프로그램을 창설하고, 해당 프로그램을 통해 우선 투자받을 수 있도록 기회를 부여한다면 시장의 다양성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

투자 협약 계약이 이루어진 경우 추가기술 개발, 시제품 제작, 해외 판로 개척 등 사업화 개발과정에 사용가능한 정부 출연금을 지원한다면 중소기업의 열악한 재정 문제를 해소할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 마케팅 판로 개척과 시장조사 및 유통 거래선 구축, 해외 진출 인허가를 지원한다면 해외 시장 판로 개척이 용이할 것으로 기대되며, 비즈니스 모델 개발을 지원한다면 중소기업 안정적인 사업을 진행할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결론 및 시사점

우리나라는 물론 전 세계적으로 고령화 문제가 대두됨에 따라 최근 의료기기 산업이 미래 유망 산업으로 주목받고 있다. 이에 우리 정부는 관계부처 합동으로 의료기기 산업을 미래성장 주력산업으로 육성하기 위한 『의료기기 산업 중장기 발전계획(‘14~’18)』을 보건복지부 보도 자료를 통해 확정하여 발표했다. 하지만 의료기기 산업의 높은 성장이 예견됨에도 불구하고 국내외 여건을 고려할 때 국내 기업들의 자체적인 노력만으로는 성장에 한계가 있다. 최근 다국적 기업의 의료기기 제품에 의한 시장 잠식이 우려되므로 우리나라 의료기기 산업을 체계적으로 육성시키고 발전시키기 위한 종합적이고 체계적인 R&D 전략수립에 필요한 핵심기술 발굴 및 선정이 필요하다.

이에 본 연구에서는 의료기기 산업 부흥에 실질적인 기여를 하고자 한국보건산업진흥원의 의료기기 분류체계를 참고하여 의료기기를 총 11개의 중분류, 31개의 세분류, 103개의 세세분류로 구분하였으며, 복잡한 의사결정 문제에 대한 해답을 찾는 데 유용하고 요인별 선호도를 비교하는 과정을 통하여 우선순위를 결정하는 것이 가능한 AHP 기법과 표현방식의 한계로 인하여 발생하는 표현의 부정확성과 수학적 이론이 갖는 한계점을 해결할 수 있는 Fuzzy-AHP 기법을 활용하여 의료기기 분류별 미래유망 의료기기를 도출했다. 중분류 기준 미래 유망 의료기기 우선순위 도출 결과 ‘치과용 의료기기’의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, ‘내장기능대용기(인공장기)’, ‘침단의료기기’, ‘체외진단기기 및 체외진단분석기용 시약’, ‘전동식 수술 및 치료기기’의 우선순위 또한 AHP와 Fuzzy-AHP 분석 결과 모두 높게 나타났다. 세분류 기준 미래 유망 의료기기 우선순위 도출 결과 ‘치과재료(A:0.091,

F:0.174)’의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, ‘인공신장’, ‘웨어러블(모바일)의료기기’, ‘의료용 3D프린터’, ‘유전자분석기기 및 시약’, ‘레이저치료기기(수술기)’, ‘치과용기기, 기계’의 우선순위 또한 AHP와 Fuzzy-AHP 분석 결과 모두 높게 나타났다.

도출된 분석 결과를 검증하고 핵심 미래 유망 의료기기를 도출하기 위해 한국 보건산업진흥원의 보건산업 통계를 참고하여 AHP와 Fuzzy-AHP의 분석결과를 생산액과 비교 분석하였다. 분석 결과 의료기기 31개 세분류 중 ‘치과 재료’ 항목이 생산액, AHP Global 가중치, Fuzzy-AHP Global 가중치에서 모두 높게 나타난 것을 확인할 수 있었으며 해당 항목이 핵심 미래 유망 의료기기로 선정되었다. ‘치과 재료’는 총 9개의 세세분류로 구분되며 구체적인 핵심 미래 유망 항목을 도출하기 위해 생산액과 AHP Local 가중치, Fuzzy-AHP Local 가중치를 비교 분석한 결과 ‘치과용 임플란트’의 우선순위가 가장 높게 나타났다. ‘치과용 임플란트’ 육성 전략을 도출하기 위해 의료기기 전문가의 자문을 구했으며, 국내 의료기기 시장의 다양성 확보, 해외 판로 개척, 중소기업 지원 등이 ‘치과용 임플란트’ 육성 전략으로 도출되었다.

본 연구의 시사점은 크게 이론적 차원과 실무적 차원으로 분류할 수 있으며, 이론적 차원의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 전문가들의 의견을 수렴하고 시장 현황을 반영하는 데 있어서 AHP 기법만 사용하는 것보다 표현방식의 한계로 인하여 발생하는 표현의 부정확성과 수학적 이론이 갖는 한계점을 해결할 수 있는 Fuzzy-AHP 기법을 동시에 활용함으로써, 보다 객관적인 도출결과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다. 둘째, 미래 유망 의료기기를 도출함에 있어서 AHP 기법과 Fuzzy-AHP 기법을 통해 도출된 결과를 정량적 지표와 비교 분석하여 검증함으로써 분

석 방법론의 신뢰성과 타당성을 확보했다.

실무적 차원의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 기관별로 상이한 의료기기 분류체계를 전문가 브레인스토밍 과정을 거쳐 현실성 있게 정립하였으며, 해당 분류체계는 향후 다양한 의료기기 산업의 육성 전략을 도출하는데 중요한 자료가 될 것으로 판단된다. 둘째, 의료기기 산업에 대한 구체적인 육성 전략을 제시했다는 점에서 연구의 의의가 있다. 우리 정부에서는 지난 2014년 3월 19일 경제관계장관회의에서 의료기기 산업을 육성하기 위한 『의료기기 산업 중장기 발전 계획(‘14~’18)』을 발표하였으나, 해당 발전계획에서는 광의적인 정책적 전략을 제시했을 뿐 의료기기 분야별 구체적인 전략을 제시하지 못했다는 한계점이 존재한다. 본 연구에서는 AHP와 Fuzzy-AHP를 활용하여 핵심 미래 유망의료기기를 선정함으로써 선정된 의료기기에 대한 육성 전략을 제시하였으므로 본 연구가 정부정책의 한계점을 보완할 수 있을 것으로 사료된다.

의료기기 산업이 미래 유망 산업으로 주목받고 있는 현 시점에서 본 연구에서 제시한 핵심 미래 유망 의료기기 도출 방법론은 국내 의료기기 R&D 개발 및 지원 정책에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 기획재정부(2016), “예비타당성조사 운영지침.”
2. 김만술·이종무(2011), “의료기기산업의 지식 자산 평가모형,” *대한안전경영과학회지*, 13(2), 251-258.
3. 김성훈·박철수·이종무(2008), “의료기기 산업의 지식재산 평가모형 개발,” *대한안전경영과학회 추계학술대회*, pp. 681-692.
4. 김용현·정병기·윤장혁(2016), “특허경영활동 이 기업 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구: 국내 의료기기 제조 기업을 중심으로,” *산업경영시스템학회지*, 39(1), 1-8.
5. 라공우·홍길중(2014), “강원지역 의료기기 수출 확대를 위한 문제점과 개선방안 연구,” *관세학회지*, 15(1), 129-152.
6. 라공우·홍길중(2014), “강원지역 의료기기 수출 확대를 위한 문제점과 개선방안 연구,” *관세학회지*, 15(1), 129-152.
7. 모수원·김창범(2012), “AHP 와 퍼지 AHP 를 이용한 국가별 FTA 에 따른 산업부문의 상대적 중요도,” *한국산업경제학회*, 25(2), 1827-1842.
8. 박종찬·우덕구·류호균(2006), “의료시장 개방에 대한 의료산업 종사자의 경영위기 인식에 관한 연구,” *산업경제연구*, 19(2), 855-877.
9. 박철수·김만술(2011), “AHP 를 이용한 의료기기 벤처기업의 신용평가모형,” *벤처창업연구*, 6(2), 133-147.
10. 배홍균(2013), “한·미·중 의료기기에 관한 연구,” *무역상무연구*, 59, 180-205.
11. 신미화·이영훈(2011), “한·중·일 의료기기 산업의 비교우위 및 무역패턴 분석,” *무역학회지*, 36(2), 25-56.
12. 엄광열·고형렬(2012), “강원도 의료기기산업의 대러시아 수출시 문제점과 진출전략,” *한국관세학회*, 13(2), 249-269.
13. 유문용·장형유(2013), “AHP를 이용한 스마트폰 기능적 속성들의 상대적 중요도 분석,” *경영과 정보연구*, 32(3), 61-81.
14. 유성열(2012), “AHP 기반의 비즈니스 프로세스 관리시스템 평가 모형에 관한 연구,” *경영과 정보연구*, 31(4), 433-444.
15. 윤재웅·이창섭·이석준(2016), “특허 인용에 영향을 미치는 요인 분석: 국내의료기기 특허를 중심으로,” *정보관리학회지*, 33(2), 103-133.

16. 이강빈(2005), “지역특화 의료기기 산업의 수출 활성화 방안,” *국제상학*, 20(3), 239-243.
17. 이강빈(2010), “의료기기산업의 수출경쟁력 분석 및 강화방안: 강원지역 의료기기 산업을 중심으로,” *한국무역상무학회지*, 45, 191-238.
18. 이용희 · 김순석 · 이성기(2013), “AHP모형을 사용한 의료기기 표준진행 우선순위 연구,” *한국보건정보통계학회지*, 38(1), 143-153.
19. 이유아 · 정운세(2015), “우리나라 의료기기산업의 대중국 경쟁력 연구,” *통상정보연구*, 17(3), 93-114.
20. 이재일 · 김홍희(2015), “AHP 분석에 의한 사용후핵연료(Spent Nuclear Fuel) 관리 정책 우선순위 결정에 관한 연구,” *한국정책분석평가학회*, 25(3), 133-170.
21. 전재현 · 이창섭 · 이석준(2016), “특허 네트워크 분석을 활용한 의료기기 분야에서의 핵심 기술 예측,” *경영과 정보연구*, 35(2), 109-132.
22. 정명애(2009), “IT가 보건의료기술에 미치는 영향,” *지역정보화지*, 57, 22-25.
23. 조근태(2003), *네트워크 분석적 의사결정*, 서울: 동현출판사.
24. 조승국 · 이주석(2006), “퍼지-계층화 분석법을 적용한 서울시의 쾌적성(Amenity) 평가 체계 구축을 위한 가중치 도출,” *서울도시연구*, 7(1), 1-15.
25. 최병돈 · 이돈희 · 윤성대(2012), “의료서비스 품질 측정 요인: 의료서비스 인증 평가지표를 중심으로,” *품질경영학회지*, 40(3), 381-393.
26. 통계청(2013), “고령자통계.”
27. 한국보건산업진흥원(2015), “의료기기산업 분석 보고서.”
28. 한국산업기술평가관리원(2013), “산업기술수준조사보고서.”
29. 허영(2008). “디지털 X-ray 영상진단기기 기술 동향,” *전기저널*, (381), 18-24.
30. BMI Espicom(2015), “Worldwide Medical Devices Market Forecast to 2020.”
31. Dağdeviren, M. and Yüksel, İ.(2008), “Developing a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for Behavior-based Safety Management,” *Information Sciences*, 178(6), 1717-1733.
32. Jun, S. H.(2012). “Central Technology Forecasting using Social Network Analysis,” *In Computer Applications for Software Engineering, Disaster Recovery, and Business Continuity*, 1-8.
33. Kaplan, R. S. and Norton, D. P.(1996), “Linking the Balanced Scorecard to Strategy,” *California Management Review*, 39(1), 53-79.
34. Saaty, R. W.(1987), “The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It Is Used,” *Mathematical modelling*, 9(3), 161-176.

Abstract

A Study on the Prioritization of Medical Device using Fuzzy-AHP

Lee, Chang-Seop* · Yoon, Jae-Woong** · Chun, Jae-Heon*** · Lee, Suk-Jun****

According to the aging, the medical device industry is focused as a future promising industry. However, Korea medical device industry is not enough market competitiveness due to a narrow domestic market and a small company structure.

This study aims at evaluating medical device priorities following 3 steps. First, we classify the medical device into three hierarchy categories and AHP survey was conducted on 30 experts in order to extract medical device priorities. Second, priority scores of medical device are analysed using AHP and Fuzzy-AHP. Third, a most important medical device is selected by comparing the volume of medical device manufacture and priority scores. As a result, 'dental implant' is the most import medical device, and we suggest a strategy based on a positioning map. The proposed methodology will provide a inspiration for establish of R&D and support policy in the medical device industry.

Key Words: Medical Device Industry, Future Promising Medical Device Industry, Medical Device Classification System, AHP, Fuzzy-AHP

* Ph.D. Candidate, Dept. of Business Administration, Kwangwoon University, lukcee2000@naver.com

** Master Student, Dept. of Business Administration, Kwangwoon University, yjw8860@kw.ac.kr

*** Master Student, Dept. of Business Administration, Kwangwoon University, jaeheon@kw.ac.kr

**** Professor, Dept. of Business Administration, Kwangwoon University, sjlee@kw.ac.kr