

한의학 분야의 2040년 델파이 기술예측조사 연구

권수현^{1),4)#} · 김동수^{1)#} · 정근하²⁾ · 구기훈¹⁾ · 김동준¹⁾ · 우종민¹⁾ · 안미영¹⁾ · 허신희¹⁾ · 권영규^{3)*}

¹⁾ 한국한의학연구원, ²⁾ 한국과학기술기획평가원

³⁾ 부산대학교 한의학전문대학원, ⁴⁾ 부산대학교 대학원 한의학과

A Study on 2040 Technology Forecasting using Delphi Survey in Korean Medicine

Soo Hyun Kwon^{1),4)#}, Dongsu Kim^{1)#}, Keun Ha Chung²⁾, Ki Hoon Koo¹⁾, Dongjoon Kim¹⁾,
Jong-Min Woo¹⁾, Mi Young Ahn¹⁾, Shin Hee Heo¹⁾ & Young Kyu Kwon^{3)*}

¹⁾ Korea Institute of Oriental Medicine

²⁾ Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning

³⁾ School of Korean Medicine, Pusan National University

⁴⁾ Department of Korean Medicine, Pusan National University

Abstract

Objectives : This is a study for technological forecasting, aiming to find out the promising future technologies in KM(Korean Medicine) and deduce implications for the research and development of KM.

Methods : The first pool of 145 technological tasks related to KM were composed by reviewing the existing data related to technological forecasting. The steering committee for the research set 99 final technological tasks. With the deduced technological tasks, mini-Delphi(2-round) method was conducted and 6 research items were used—the importance, realization time, urgency, technological competitiveness, the main agent that will push forward the task, and obstacles.

Results : As a result on the time when the technology will be realized, 58 out of 99 technologies(59%) were predicted to be realized in the same year domestically and globally. The average of the importance of the 99 technological tasks was 72.9. Among them, As for the main agent to push forward the research and development of future technologies, 'industry-academic cooperation' took the highest portion at 58.7%, and regarding the obstacles to realize technological tasks, the lack of infrastructure(research funds) was the highest at 33.6%.

Conclusions : This study shows that the development of basic technologies in the technologies of Korean medicine is insufficient and it is believed that the development of basic technologies is urgent to promote the development of application technologies.

• 접수 : 2016년 6월 1일 • 수정접수 : 2016년 6월 27일 • 채택 : 2016년 6월 28일

*교신저자 : 권영규, 경남 양산시 물금읍 부산대학로 49 부산대학교 한의학전문대학원

전화 : 051-510-8471, 전자우편 : kwon@pusan.ac.kr

두 저자는 공동 1 저자로 이 연구에 동등하게 공헌하였음.

Key words : Technology Forecasting, Delphi Method, Expert survey, Korean medicine, Future technology

I. 서론

예측(forecasting)은 의사결정이 운에 의지하는 것을 줄이고, 외부 환경을 좀 더 과학적으로 다루고자 하는 시도이다¹⁾. 이 중 기술예측은 경제, 사회적으로 큰 이익을 가져올 것으로 예상되는 전략적 연구 및 신기술을 파악하기 위해 과학 기술, 경제, 사회에 대한 장기적인 미래 전망을 위한 체계적인 시도와 이와 관련된 과정이다²⁾. 이에 따라 선진국에서는 정부차원에서 경쟁적으로 미래 기술 변화를 예측하고 전망하여 기술을 선점하기 위한 장기적 전략을 수립하고 실행계획의 구체적인 수단을 확보하여 왔다. 일본은 일본문부과학성에 의해 과학기술 전 분야에 대한 예측조사를 국가차원에서 실시하였으며³⁾, 예측결과를 토대로 산업경제에 미치는 영향을 분석하고 평가하여 이를 국가과학기술 정책에 반영하고 있다. 또한 영국은 기업혁신기술부(BIS, Department for Business Innovation and Skills)에서 기술 변화뿐 아니라 정치, 경제적 변화 등을 반영한 미래예측 프로젝트를 다양하게 수행하고 있으며 그 결과를 정책으로 연계하고 있다⁴⁾.

우리나라에서도 일본의 예측조사를 벤치마킹한 1994년 제1회 과학기술예측조사⁵⁾를 시작으로 이후 5년마다 과학기술예측조사를 수행해 왔으며, 최근에는 제4회 과학기술예측조사⁶⁾가 수행되었다. 보건의료기술 예측을 위해서는 2001년에 미래보건의료 기술예측 조사⁷⁾가 수행되었고 5년 후 같은 기관에 의해 재조사 되었다⁸⁾.

보건의료의 개념이 질병치료에서 맞춤(personalized), 예방(preventive)으로 변화하면서⁹⁾ 사회문제 해결 및 산업적 측면에서 한의약 기술에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이에 따라 국내의 한의약 연구개발 예산도 2010년 약 610억원에서 2013년 약 829억원으로 3년간 약 36%가 증가하였다¹⁰⁾. 그러나 한의약 연구개발 계획은 대부분 단기적인 수요조사에 치중하고 있으며 장기적·구체적인 미래전략 수립은 부족한 실정이다. 실제 한의약 기술예측조사는 과학기술예측조사 또는 보건산업기술예측조사에 일부 포함된 적은 있으나 단독으로 수행

된 전문 기술예측조사는 1996년 조사¹¹⁾ 이후로 전무하다. 한의약 연구개발 규모가 1,000억원에 가까운 현재, 미래 변화에 선제적·능동적으로 대처하여 사회적 혜택을 극대화하고 해외 시장을 선점할 수 있는 한의약 기술 개발을 위한 한의약 분야의 미래 유망기술 예측의 필요성이 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 기술예측 방법으로 가장 광범위하게 사용되고 있는 델파이법(Delphi Method)을 이용하여 한의약 분야의 미래유망기술의 실현시기, 중요도, 기술수준 등에 대한 기술예측조사를 실시하였다. 또한 이 조사 결과를 이용하여 한의약 분야 미래 유망 기술을 파악하고 향후 한의약 연구개발 기획을 위한 시사점을 도출하였다.

II. 연구방법

우리는 미래 한의약 분야 기술 예측을 위하여 첫 번째로 한의약 분야 기술과제를 선정하였고 두 번째로 선정된 기술과제를 대상으로 델파이 기법을 활용하여 기술예측조사를 수행하여 최종 분석하였다.

1. 한의약분야 기술과제 선정 방법

델파이 설문조사를 위한 한의약분야 기술과제를 선정하기 위하여 기존 기술예측관련 자료 검토를 통해 한의약분야 관련 기술과제 145개의 1차 풀을 구성하였다. 기존 기술예측관련 자료는 국내 및 국외 과학기술, 보건의료 분야의 기술예측조사보고서를 활용하였으며 그 외, 주요 기관의 미래사회전망 관련 보고서를 참고하였다.

정리된 한의약분야 기술과제 1차 풀에 대해 우선 연구진이 2013년 이슈별 미래예측 의료프로세스 분류방법¹²⁾을 활용하여 4개의 대분류(기술영역)로 구분하고 한의과학기술분류체계¹³⁾와 보건산업기술분류 내 한의약 기술을 참고하여 16개의 중분류(기술분야)로 기술분류안을 구성하였다. 한의약 기술에 대한 분야 구분 및

Table 1. A list of References for Selecting Forecast Projects of Korean Medicine Delphi Technology Forecast Study

구분	기관	자료 명
과학기술분야	한국과학기술기획평가원	제3회 과학기술예측조사(2004)
		제4회 과학기술예측조사(2012)
		2013 이슈별 미래예측
		10대 미래유망기술 선정에 관한 연구, 2013
		10대 미래유망기술 선정에 관한 연구, 2014
정보통신정책연구원	한국 과학기술정보연구원	KISTEP이 바라본 우리사회 격차를 줄여줄 10대 미래유망기술, 2015
		디지털사회의 미래예측 방법론 연구, 2006
		미래기술백서2013
		미래기술백서2014
일본 과학기술정책연구소	2040년의 과학기술, 2010 - KISTI 번역	
중국과학원	중국 미래 20년 기술예견, 2005	
보건분야	한국한의학연구원	한의학 중장기 예측 기획연구 1996
	한국보건산업진흥원	미래 보건산업 기술예측 2001 미래 보건산업 기술예측조사 2006
	한국과학기술기획평가원	2013 이슈별 미래예측_100세 시대 헬스케어 수요 및 대응방안 예측, 2014
	삼성경제연구소	경제포커스 의료산업의 5대메가트렌드와 시사점, 2007
	과학기술정책연구원	혁신기반 의료산업 발전 방안- 중개연구와 서비스혁신을 중심으로, 2012

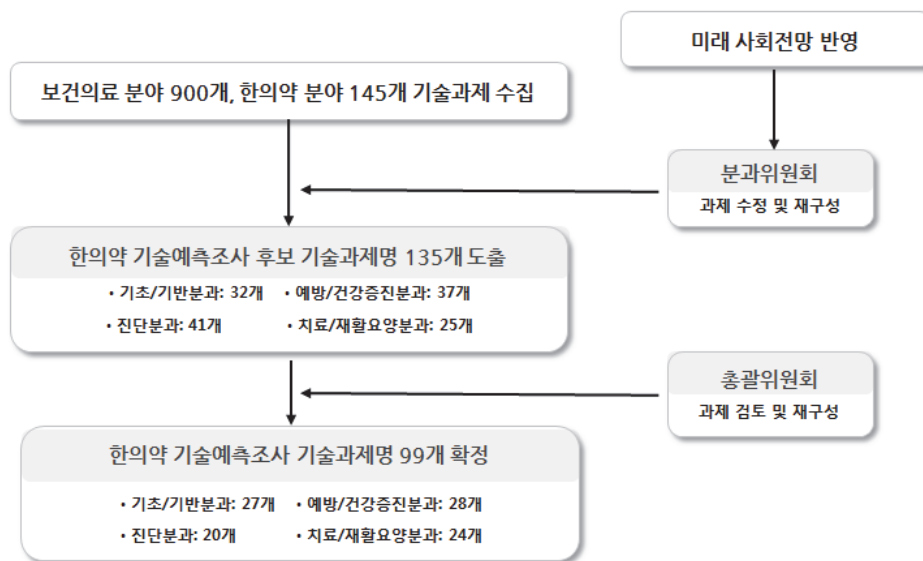


Fig 1. The Process of Forecast Project Selection for Delphi Technology Forecast Study of Korean Medicine

한의학기술예측조사 전 과정에 대한 자문을 위해 한의약기술예측조사 운영위원회를 총괄위원회와 분과위원회로 구성하였는데, 운영위원회에서는 수집, 분류된 기술과제를 검토하고 새로운 기술과제를 도출하였다. 한의약 기술과제 선정 과정은 Fig 1.과 같다. 그 결과 한의약 기초/기반기술, 한의약 예방/건강증진기술, 한의약 진단기술, 한의약 치료기술 및 재활/요양기술의 총 4개 분과(기술영역), 16개 중분류(기술분야)로 구성되

었다. 이후 4개의 분과위원회에서는 총 135개의 기술과제를 도출하였으며 총괄위원회에서 중복 및 유사기술을 통합 또는 삭제하는 절차를 거쳐 델파이설문조사를 위한 99개의 한의약 기술과제를 확정하였다. 확정된 최종 기술은 99개로서 '기초/기반기술'영역이 27개, '예방/건강증진기술'영역이 28개, '진단기술'영역이 20개, '치료 및 재활/요양기술'영역이 24개이며 Table 2.와 같이 분과별 중분류로 나누었다.

Table 2. Overviews of fields and areas of Selected Technologies of Korean Medicine for Delphi Technology Forecast Study

분과	정의	과제 수	중분류(기술분야)
기초/기반기술 (A)	질환의 기전 및 한의약 기반의 기초 기술 또는 문헌·정보 등 한의 인프라 관련 기술	27	A1. 한의약 관련 임상연구 모형 개발기술(4)
			A2. 한의약 표준화 관련 기술(7)
			A3. 한의약 관련 작용기전 규명 기술(12)
			A4. 한의약 관련 문헌 정보 기술(4)
			A5. 기타(0)
예방/건강증진 기술 (B)	질병의 일차적 예방과 예측 또는 건강 증진을 목적으로 하는 기술	28	B1. 한의예방/건강증진 기술(생애주기별 예방 및 건강증진)(14)
			B2. 한의예방/건강증진 기기 기술(6)
			B3. 한의사회적 건강 기술(4)
			B4. 기타(4)
진단기술 (C)	한의학적 진단과 관련한 임상기술 또는 제품화 기술	20	C1. 한의 진단 기술(12)
			C2. 한의 진단기기 기술(4)
			C3. 기타(4)
치료기술 및 재활/요양기술 (D)	치료방법의 개발, 전임상시스템 구축, 임상시험 및 평가 또는 사후 관리(재활, 간병, 간호 등)에 대한 기술	24	D1. 치료 기술(7)
			D2. 치료기기 기술(4)
			D3. 재활요양 기술(6)
			D4. 기타(7)
합계		99	

2. 델파이 조사 방법

과거 추세의 연장으로 미래를 전망하기 어려운 경우 미래를 내다보기 위해서는 결국 전문가의 주관적 식견에 의존할 수밖에 없다. 이러한 전문가의 식견을 가능한 한 객관적이고 가시적으로 도출하기 위한 방법이 필요하며 이를 충족시키는 기법으로는 델파이 기법과 시나리오 기법이 대표적이다. 그 중 델파이 기법은 전문가들의 직관을 도출해내고 과학적 절차를 통해 그 직관을 모아 상호작용하도록 하여 합의를 이끌어내는 기법으로 중장기 기술전망, 예측에 효과적이다¹⁴⁾. 그 과정에서 익명성을 보장하여 자신의 의견 및 주장을 자유롭게 개진할 수 있도록 유도하고 다양한 정보를 교환할 수 있는 장점이 있다¹⁵⁾. 정확한 정보입수가 불가능한 상황에서 다수의 견해가 반드시 옳다는 보장은 없는데, 그럼에도 델파이 기법은 신뢰할 만한 자료가 극히 제한된 경우 의사결정에 있어서 중요한 참고자료가 될 수 있다¹⁶⁾.

과거 자료가 없거나 기술발전의 요인에 대한 계량적인 접근이 곤란할 경우 델파이법이 강점을 보이는데¹⁷⁾ 한의약의 특성상 과거 추세의 연장으로 미래를 전망하기 어렵기 때문에 기술예측 시 전문가의 식견을 종합하

여 보다 체계화, 객관화 시킬 수 있는 델파이 기법이 유용하다.

전통적인 델파이는 4-round의 조사를 진행하지만 많은 경우 라운드 2에서 가장 큰 수렴이 일어난다¹⁸⁾. 따라서 본 연구에서는 델파이 조사의 시간과 비용을 고려하여 설문조사를 2회 시행하는 2-round 미니델파이법¹⁹⁾으로 기술예측조사를 실시하였다. 산출되는 예측결과는 예측대상기술(Technology being forecast), 대상기술의 특성(Characteristics of forecast), 예측시기(Time of the forecast) 그리고 실현 가능한 확률(Probability)의 4가지 정보를 갖추고 있어야 함²⁰⁾을 염두에 두고 설문조사 항목을 구성하였다. 또한 설문조사 항목이 많으면 응답률과 응답의 질이 감소할 우려가 있으므로 응답자의 피로효과²¹⁾를 고려하여 최종적으로 실현시기(국내 및 세계), 중요도, 기술경쟁력(최고기술보유국 및 최고기술보유국 대비 국내 연구개발기술 수준), 추진주체, 장애요인 등 6개 항목을 선정하였다. 예측기간은 2015-2040년의 25년간을 대상으로 하였으며 1차 설문조사에는 응답자에게 한의약 기술과제 관련 항목에 대해 전문가 직관에 의한 응답을 유도하였다. 2차 설문조사에서는 1차 설문 전문가 응답결과를 제시하여 본인의 응답내용과 비교할 수 있도록 하

고, 본인의 의견이 달라졌을 경우 각각의 응답을 수정할 수 있도록 하여 수렴도를 재분석하였다.

기술의 '실현시기'는 국내와 세계로 구분하고 예측실현연도는 응답분포의 중앙에 위치하는 중위수로 산출하였다. 중위수는 응답자의 예측시기를 이른 시점부터 순서대로 나열했을 때 50%에 해당하는 응답자가 예측한 실현시기를 의미한다²²⁾. 즉 실현시기 예측에 있어 응답한 전문가의 절반은 중위수 연도 이전에, 나머지 절반은 중위수 연도 이후에 기술이 실현될 것으로 예측한다²³⁾.

그 외 해당 기술 실현 시 '중요도'와 세계 최고수준 대비 '국내 연구개발 기술수준'에 대한 항목은 100점 만점을 척도로 하여 정수로 직접 기입하도록 하였으며 그 평균으로 산출하였다. 시급성은 중요도와 유사한 분포를 보이기에 본 조사에서 별도로 분석을 시행하지 않고 중요도로 같음하였다. 기술실현을 위한 바람직한 '연구개발 추진 주체', '장애요인'에 대한 항목은 보기문항을 제시하였고, 응답 문항별 비중을 산출하였다. 최고기술국가에 대한 응답은 복수응답(2개)을 가능케 하여 최다 응답국가를 정리하였다.

3. 중요도 및 국내연구개발기술수준 기준 포트폴리오 분석

우리는 연구개발이 필요한 기술을 알아보기 위하여 기술의 중요도와 우리나라 연구개발기술수준을 변수로

한 포트폴리오 분석을 통해 입체적인 비교를 실시하였다. 포트폴리오 매트릭스방법은 다른 방법론들보다 전략방향 설정에 있어서 응용도가 높다²⁴⁾. 한의약 분야 기술영역별 중요도-국내연구개발기술수준 포트폴리오는 중요도와 최고기술보유국 대비 국내연구개발기술수준의 각 평균을 기준으로 구성하였다. 그 결과 포트폴리오 상 I사분면은 중요도가 높고, 국내 연구개발수준이 높아 연구개발이 최우선적으로 필요한 기술, II사분면에는 국내 연구개발수준은 상대적으로 낮으나, 중요도가 높은 편으로 개발 역량을 집중할 필요성이 있는 기술, III사분면에는 중요도와 국내 연구개발수준이 모두 낮아 외부환경 변화에 따라 연구개발 투자 여부를 고려해야하는 기술, IV사분면에는 기술개발의 중요도는 상대적으로 낮으나, 국내 연구개발 기술수준이 높아 기술선점을 피할 수 있는 기술이 위치하게 된다.

III. 연구결과

1. 조사 응답자

델파이 조사대상은 한의약 분야의 특수성을 고려하여 한의약 관련 대학교수 및 한국한의학연구원(이하 KIOM) 연구자로 제한하였다. 대학의 경우 교수정보를 홈페이지상에서 확인 후 참여요청 이메일을 발송하였으며 KIOM 연구자는 원내 포털의 연구자 정보를 활용

Table 3. Characteristics of Respondents in Delphi Technology Forecast Study of Korean Medicine

		1차 조사		2차 조사	
		응답자(N)	구성비(%)	응답자(N)	구성비(%)
연령	30대	43	24	34	24
	40대	90	51	78	56
	50대	37	21	25	18
	60대	6	3	3	2
경력*	5년 미만	7	4	7	5
	5-10년 미만	29	16	25	18
	10-15년 미만	48	27	45	32
	15-20년 미만	92	52	21	15
	20년 이상			42	30
기관	학	130	74	100	71
	연	46	26	40	29
합계		176	100	140	100

* 경력: 1차 조사 시 15년 이상으로 하고 2차 조사 시 15-20년 미만, 20년 이상으로 구분하여 진행함

하여 선정하였다. 총 598명을 대상으로 참여요청을 하였으며 그 중 176명(29%)이 참여하였다. 1차 응답자를 대상으로 시행된 2차 조사에서는 1차 참여대상자 176명의 79.5%인 140명이 참여하였다. 응답과제건수는 1차 조사에서 851건, 2차 조사에서는 694건이며 2차 조사 기준 1인당 평균 4.96개의 과제에 대하여 응답을 하였다.

2차조사 기준으로, 총 140명의 응답자 중 40대가 78명(56%)로 가장 많았고 이어서 30대 34명(24%), 50대 25명(18%) 순으로 나타났다. 연구경력은 10-15년 미만이 45명(32%)로 가장 높았고 20년 이상이 42명(30%), 5-10년 미만이 25명(18%) 순으로 나타났다. 학계 100명(71%), 연구계 40명(29%)이 참여에 응하였다. 설문응답자의 분포는 Table 3.과 같다.

2. 한의약 기술과제 실현시기

실현시기 예측조사 결과, 99개 기술 중 58개 기술(59%)이 우리나라와 세계 실현연도가 같을 것으로 예측되었고 그 외 10년 미만의 격차분포를 보일 것으로 예측된 기술은 29개(29%)였다.

우리나라가 세계에서 가장 먼저 기술적 실현을 이룰 것으로 예측된 기술은 전체 99개 기술 중 10개 기술이었다(Table 4). 이 중 진단 기술 분과에서 7개 과제로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 뒤로 치료기술 및 재활/요양기술 분과, 예방/건강증진기술 분과 등 순이었다.

3. 한의약 기술과제 중요도 및 국내 연구개발 기술수준

전체 99개 기술과제의 중요도 평균은 72.9점으로 나타났다. 그 중 기초/기반 기술영역의 평균 중요도가 77.1점으로 가장 높게 나타났으며 진단 기술영역 75.1점, 치료기술 및 재활/요양 기술영역 72.7점, 예방/건강증진 기술영역 67.4점 순으로 조사되었다. 전체 평균(72.9점) 이상인 과제는 총 63개로 기초/기반 기술영역 20개, 예방/건강증진 기술영역 15개, 진단 기술영역 14개, 치료기술 및 재활/요양 기술영역 14개 순으로 나타났다.

한의약 기초/기반 기술영역의 중요도 평균은 77.1점으로 4개 기술영역의 전체평균인 72.9점보다 높게 나타났으며 세부 기술로는 '세계 천연자원 및 한약재의 등급에 따른 국제 규격이 표준화된다.'의 기술이 중요도 86.4점으로 가장 높게 나타났다. 한의약 기초/기반 기술영역의 중요도 상위 5개 기술은 Table 5.와 같다.

한의약 예방/건강증진 기술영역의 중요도 평균(67.4점)은 4개 기술영역의 전체 평균(72.9점)보다 낮게 나타났으며 '사회적 비용이 큰 악성종양, 퇴행성 뇌신경 질환 등의 예방 및 초기관리를 위한 양생법이 개발된다.'의 기술이 중요도 83.6점으로 가장 높게 나타났다. 한의약 예방/건강증진 기술영역의 중요도 상위 5개 기술은 Table 6.과 같다.

한의약 진단 기술영역의 중요도 평균(75.1점)은 4개

Table 4. A list of Top 10 Future Medical Technologies that will be adopted in the near future in Korea

기술 영역*	기술 번호	기술과제 명	실현시기(년)	
			국내	세계
B	49	건강 상태를 상시 모니터링 하고 한의 건강생활을 가이드 하는 스마트 건강 홈이 보급된다.	2023	2038
C	56	사진(四診)과 IT융합으로 개인 맞춤형 진단과 종합건강검진 기술이 개발된다.	2023	2028
C	58	장내세균을 이용한 변증과 유형 체질진단이 개발된다.	2023	2028
C	60	개인의 성정(性情)상태를 객관적으로 파악하는 진단법이 실용화된다.	2028	2038
C	66	사상체질별 병증체계가 시스템 바이올로지로 해석되어 맞춤 진단기술이 보급된다.	2023	2028
C	68	변증 활용이 가능한 설진기가 실용화된다.	2018	2023
C	69	사상체질 및 형상진단을 위하여 형태와 색을 활용하는 영상진단기기가 개발된다.	2023	2028
C	71	인공알고리즘에 기반한 한의진단지원(각종 신호 및 표준화 된 증후, 증상들을 이용하여 한의사의 진료판단을 지원하는)을 위한 진단결정 지원 시스템 개발된다.	2018	2023
D	88	사상체질의학을 이용한 정신신체 재활시스템이 구축된다.	2028	2040
D	96	체질의학을 이용한 건강관리시스템이 상용화된다.	2028	2040

* A는 기초/기반기술, B는 예방/건강증진기술, C는 진단기술, D는 치료기술 및 재활/요양기술임

Table 5. A List of the Top 5 Future Medical Technologies in Basic Technology field

순위	기술 번호	기술과제 명	중요도	실현시기(년)		최고기술 보유국가	국내연구개발 기술수준(%)
				국내	세계		
1	6	세계 천연자원 및 한약재의 등급에 따른 국제 규격이 표준화된다.	86.4	2023	2023	중국	57.1
2	7	한약 및 한약제제에 대한 안전성 및 유효성에 대한 가이드라인이 확립된다.	85.6	2023	2018	일본	64.6
3	21	한약 및 한약제제의 효능에 대한 원리가 규명되어 실시간 검증기술이 개발된다.	85.0	2023	2023	중국	62.7
4	3	개인 맞춤형 의료를 위한 체질의학에 대한 생물학적, 임상연구 모형이 개발된다.	84.0	2018	2018	한국	65.0
5	9	환자의 진료정보 공유를 위한 표준 진료기록 플랫폼이 실용화된다.	82.5	2018	2018	한국	78.8
5	20	경혈(經穴) 및 경락(經絡)과 인체 내부 시스템과의 관계가 생리학적으로 설명된다.	82.5	2038	2033	중국	75.0

Table 6. A List of the Top 5 Future Medical Technologies in Preventive/Health Promotional Technology Field

순위	기술 번호	기술과제 명	중요도	실현시기(년)		최고기술 보유국가	국내연구개발 기술수준(%)
				국내	세계		
1	39	사회적 비용이 큰 악성종양, 퇴행성 뇌신경질환 등의 예방 및 초기관리를 위한 양생법이 개발된다.	83.6	2023	2023	한국	63.6
2	49	건강 상태를 상시 모니터링하고 한의 건강생활을 가이드하는 스마트 건강 흡이 보급된다.	81.3	2023	2038	일본	76.3
3	32	청소년 비만예방 및 관리를 위한 한의기술이 개발된다.	80.8	2023	2023	한국	66.0
4	40	한의 인체강화기술을 활용하여 고령자의 활동 확대 및 부상 예방기술이 실용화된다.	80.0	2023	2023	일본	25.0
5	36	미병의 중개, 맞춤연구를 통해 질환별 발생률 감소 미병 관리기술이 개발된다.	79.0	2023	2023	중국	58.3

기술영역의 전체 평균(72.9점)보다 높게 나타났으며 ‘압력센서, 모아레페턴, 보행분석 등을 통하여 정적인 자세 및 동적인 자세의 균형과 안정성을 진단하는 기술이 개발된다.’의 기술이 중요도 82.5점으로 가장 높게 나타났다. 한의약 진단 기술영역의 중요도 상위 5개 기술은 Table 7.과 같다.

한의약 치료기술 및 재활/요양 기술영역의 중요도 평균(72.7점)은 4개 기술영역의 전체평균(72.9점)보다 약간 낮게 나타났으며 ‘한의호스피스 모형이 개발되고 50% 이상의 임상현장으로 보급된다.’의 기술이 중요도 82.3점으로 가장 높게 나타났다. 한의약 치료기술 및 재활/요양 기술영역의 중요도 상위 5개 기술은 Table 8.과 같다.

국내기술수준은 최고기술보유국 대비 우리나라 기술 수준으로 전체 평균은 59.2%로 나타났다. 진단기술과 기초/기반 기술영역의 기술수준 평균이 66.1%, 63.2%

로 높게 나타났으며 예방/건강증진기술과 치료기술 및 재활/요양 기술영역의 기술수준 평균은 54.4%, 53.2%로 평균보다 약간 낮게 예측되었다.

구체적으로 연구개발수준이 비교적 높은 상위 20%에 속해있는 기술은 아래의 Table 9.와 같다.

4. 한의약기술의 연구개발 추진주체

미래기술의 연구개발 추진을 위한 연구주체 분포를 살펴보면 ‘산학연 협동연구를 해야 한다’는 의견(58.7%)이 월등히 높게 나타났다. 기술영역별로 살펴보면 기초/기반기술은 국공립 연구기관이 주도해야 한다는 의견이 많았고 예방/건강증진기술, 진단기술, 치료기술 및 재활/요양기술은 대학주도로 연구가 이루어져야 한다는 의견이 많았다.

Table 7. A List of the Top 5 Future Medical Technologies in Diagnostic Technology Field

순위	기술 번호	기술과제 명	중요도	실현시기(년)		최고기술 보유국가	국내연구개발 기술수준(%)
				국내	세계		
1	67	압력센서, 모아레 패턴, 보행분석 등을 통하여 정적인 자세 및 동적인 자세의 균형과 안정성을 진단하는 기술이 개발된다.	82.5	2018	2018	기타	56.0
2	57	사진(四診) 종합을 위한 형상진단과 분류의 객관화가 개발된다.	82.0	2023	2023	한국	78.0
3	72	미병관리용 원격처방 및 제조 시스템(원격 진료 후 병원 방문이 필요 없는 환자이거나, 미병 환자를 대상으로 한 원격 처방 및 단미제 혼합 원격 조제 시스템)이 개발된다.	81.7	2028	2028	한국	61.7
4	60	개인의 성정(性情)상태를 객관적으로 파악하는 진단법이 실용화된다.	80.0	2028	2038	한국	65.8
4	69	사상체질 및 형상진단을 위하여 형태와 색을 활용하는 영상진단기기가 개발된다.	80.0	2023	2028	한국	82.5

Table 8. A List of the Top 5 Future Medical Technologies in Treatment and Rehabilitation/Nursing Technology Field

순위	기술 번호	기술과제 명	중요도	실현시기(년)		최고기술 보유국가	국내연구개발 기술수준(%)
				국내	세계		
1	87	한의호스피스 모형이 개발되고 50% 이상의 임상현장으로 보급된다.	82.3	2023	2018	중국	52.8
2	78	노화억제 기술 및 노인의 삶의 질 개선을 목표로 하는 한의치료기술이 75% 이상의 임상현장에 보급된다.	81.5	2023	2023	중국	62.2
3	91	노인성 퇴행성 뇌질환환자에 대한 한의재활요양시스템이 상용화된다.	81.0	2023	2018	중국	64.4
4	77	자가면역질환에 대한 한의치료기술이 임상현장에 50% 이상 보급된다.	80.5	2038	2023	중국	36.7
5	95	한의 유헤스케어 시스템이 구축된다.	79.9	2023	2023	한국	64.9

Table 9. A List of the Korean Medicine technologies that ranked as a top 20% of technology index in Korean Medicine R&D level

기술영역*	기술 번호	기술과제 명	최고기술 보유국가	국내연구개발 기술수준(%)	국내 실현시기(년)
A	11	질환별 약물 및 비약물 관련 국제표준 진료 지침 및 원격진료지침이 보급된다.	중국	80.0	2028
B	47	효율적인 기공수련 모델을 적용한 스마트 양생 디바이스 기술이 개발된다.	한국 중국 일본	92.5	2018
C	89	사상체질 및 형상진단을 위하여 형태와 색을 활용하는 영상진단기기가 개발된다.	한국	82.5	2023
C	91	인공 알고리즘에 기반한 한의진단지원(각종 신호 및 표준화된 증후, 증상들을 이용하여 한의사의 진료판단을 지원하는)을 위한 진단결정지원 시스템이 개발된다.	한국 중국	80.0	2018
D	96	체질의학을 이용한 건강관리시스템이 상용화된다.	한국	80.7	2028

* A는 기초/기반기술, B는 예방/건강증진기술, C는 진단기술, D는 치료기술 및 재활/요양기술임

Table 10. A list of the R&D developer for Technical realization

(단위 : %)

기술영역	산업체 주도	대학 주도	국공립 연구기관 주도	산학연 협동연구	국제공동	계
기초/기반기술	0,4	23,7	25,5	43,6	6,8	100,0
예방/건강증진기술	11,3	21,4	10,5	52,7	4,2	100,0
진단기술	7,3	14,6	13,6	63,4	1,1	100,0
치료기술 및 재활/요양기술	5,4	6,8	5,1	78,7	4,1	100,0
전체	6,1	17,1	13,9	58,7	4,2	37,1

Table 11. A list of the Barriers for Future Technology Adoption and Diffusion

(단위 : %)

기술영역	사회윤리 적합의	경제성 (시장수익성)	인프라 (연구비)부족	규제정책 표준화	인력부족	기술교류부족	계
기초/기반기술	7,9	21,7	34,8	7,6	19,2	8,8	100,0
예방/건강증진기술	3,8	37,6	24,6	3,3	14,0	16,7	100,0
진단기술	1,2	26,9	35,3	6,1	5,7	24,8	100,0
치료기술 및 재활/요양기술	1,8	14,3	39,5	14	10,3	20,1	100,0
전체	3,7	25,2	33,6	7,8	12,3	17,6	100,0

5. 한의약기술 실현상의 장애요인

기술과제 실현상의 장애요인으로 인프라(연구비)부족이 전체 중 33,6%를 차지하였으며 경제성(25,2%), 기술교류부족(17,6%), 인력부족(12,3%), 규제정책 표준화(7,8%), 사회윤리적 합의(3,7%) 순으로 나타났다. 분과별로 살펴보면 기초/기반기술, 진단기술, 치료기술 및 재활/요양기술은 모두 인프라(연구비)부족이 가장 큰 장애요인으로 나타난 반면, 예방/건강증진기술은 경제성(시장수익성)이 가장 큰 장애요인으로 나타났다.

6. 중요도 및 국내연구개발기술수준 기준 포트폴리오 분석결과

기초/기반 기술영역의 중요도-국내연구개발기술수준 포트폴리오(중요도 평균 77,1점, 국내연구개발기술수준 평균 63,2% 기준)에서 기술과제는 전체적으로 중앙에 분포하고 있는 양상을 보였다. 그 중, 9개 기술은 중요도와 국내연구개발기술수준이 모두 높은 I사분면에 위치하는 것으로 나타났다.

기초/기반 기술영역 과제의 포트폴리오 상 분포는 아래의 Fig 2.와 같다.

예방/건강증진 기술영역의 중요도-국내연구개발기술수준 포트폴리오(중요도 평균 54,4점, 국내연구개발기술수준 평균 67,4% 기준)에서 기술과제는 전체적으로 끌고루 분산되어 있는 양상을 보였다. 그 중, 3개 기술은 중요도와 국내연구개발기술수준이 모두 높은 I사분면에 위치하는 것으로 나타났다.

예방/건강증진 기술영역 과제의 포트폴리오 상 분포는 아래의 Fig 3.과 같다.

진단 기술영역의 중요도-국내연구개발기술수준 포트폴리오(중요도 평균 75,1점, 국내연구개발기술수준 평균 66,1% 기준)에서 기술과제는 전체적으로 중앙에 분포하고 있는 양상을 보였다. 그 중, 4개 기술은 중요도와 국내연구개발기술수준이 모두 높은 I사분면에 위치하는 것으로 나타났다.

진단 기술영역 과제의 포트폴리오 상 분포는 아래의 Fig 4.와 같다.

치료기술 및 재활/요양 기술영역의 중요도-국내연구개발기술수준 포트폴리오(중요도 평균 72,7점, 국내연구개발기술수준 평균 53,2% 기준)에서 기술과제는 전체적으로 중앙에 분포하고 있는 양상을 보였다. 그 중, 10개 기술은 중요도와 국내연구개발기술수준이 모두 높은 I사분면에 위치하는 것으로 나타났다.

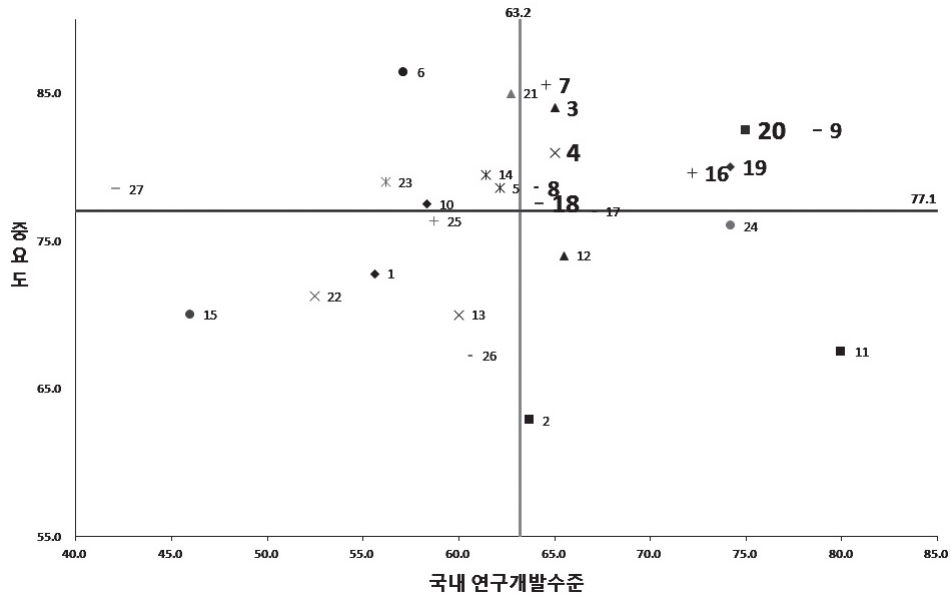


Fig 2. Technology Portfolio Graph of Importance Level and Domestic R&D Capacity in Basic Technology Field

- 주) 3. 개인 맞춤형 의료를 위한 체질의학에 대한 생물학적, 임상연구 모형이 개발된다.
 4. 개원의의 임상경험을 축적할 수 있는 플랫폼이 개발된다.
 7. 한약 및 한약제제에 대한 안전성 및 유효성에 대한 가이드라인이 확립된다.
 8. 전통의학의 국제 표준 교육을 위한 용어 및 개념이 정립된다.
 9. 환자의 진료정보 공유를 위한 표준 진료기록 플랫폼이 실용화된다.
 16. 노인성 및 만성대사성 질환, 암에 대한 한의약적 치료효과 및 기전이 규명된다.
 18. 허증(虛證), 실증(實證) 등 한의학적 진단의 검증이 가능한 병태모형이 개발된다.
 19. 기(氣), 혈(血), 진액(津液) 등 한의학적 생리에 대한 과학적 기전이 규명된다.
 20. 경혈(經穴) 및 경락(經絡)과 인체 내부 시스템과의 관계가 생리학적으로 설명된다.

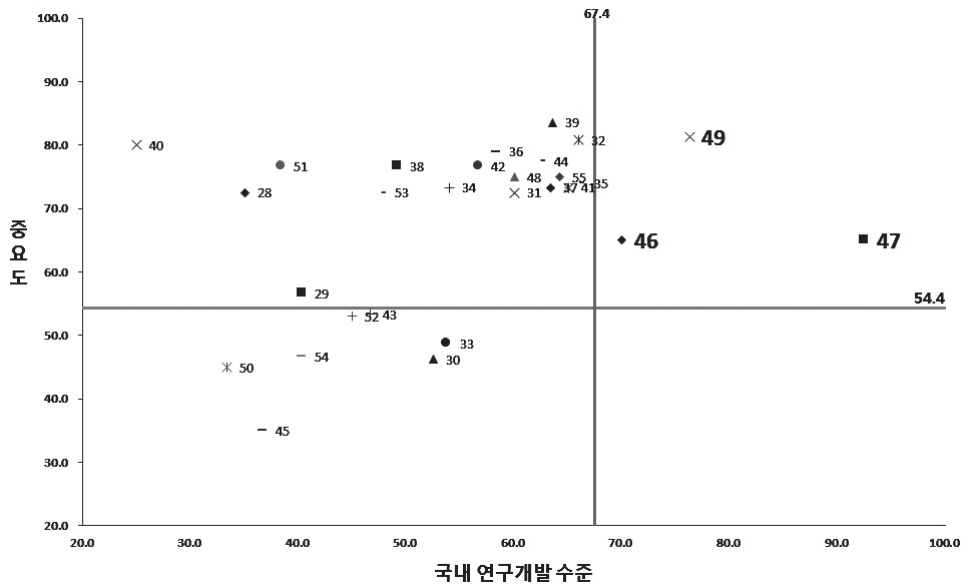


Fig 3. Technology Portfolio Graph of Importance Level and Domestic R&D Capacity in Preventive/Health Promotion Technology Field

- 주) 46. Smart Health를 통한 건강상태 추적 관리 및 전문가로부터 실시간 조언 시스템이 실용화된다.
 47. 효율적인 기공수련 모델을 적용한 스마트 양생 디바이스 기술이 개발된다.
 49. 건강 상태를 상시 모니터링하고 한의 건강생활을 가이드하는 스마트 건강 홈이 보급된다.

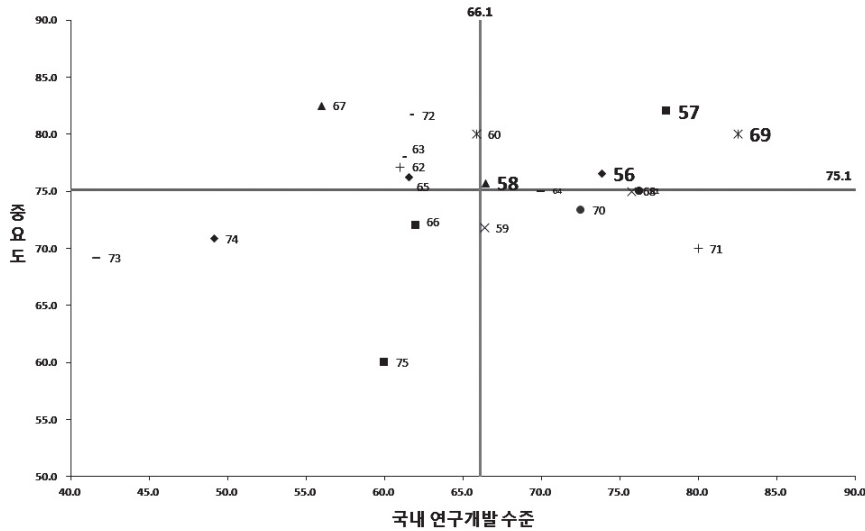


Fig 4. Technology Portfolio Graph of Importance Level and Domestic R&D Capacity in Diagnostic Technology Field

- 주) 56. 사진(四診)과 IT융합으로 개인 맞춤형 진단과 종합건강검진 기술이 개발된다.
 57. 사진(四診)종합을 위한 영상진단과 분류의 객관화가 개발된다.
 58. 장내세균을 이용한 변증과 유형 체질 진단이 개발된다.
 69. 사상체질 및 영상진단을 위하여 형태와 색을 활용하는 영상진단기기가 개발된다.

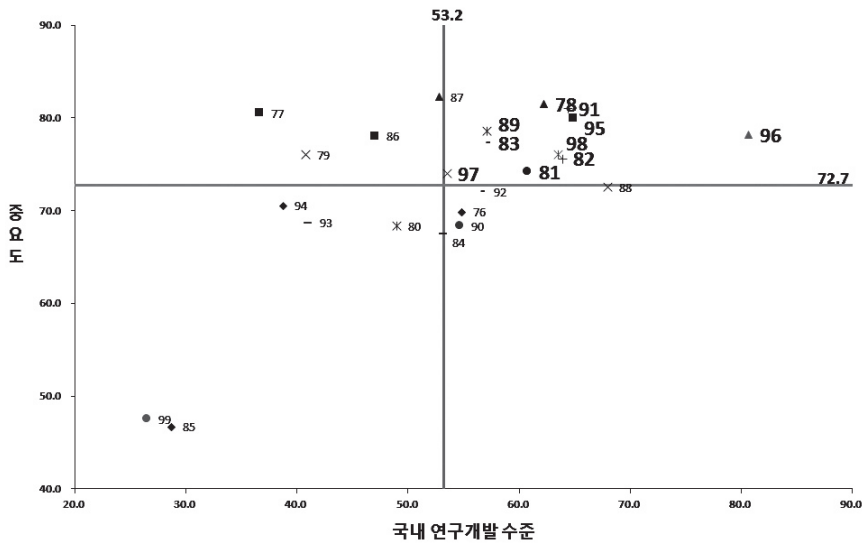


Fig 5. Technology Portfolio Graph of Importance Level and Domestic R&D Capacity in Treatment and Rehabilitation/Nursing Technology Field

- 주) 78. 노화억제 기술 및 노인의 삶의 질 개선을 목표로 하는 한의치료기술이 75% 이상의 임상현장에 보급된다.
 81. 통합의료 치료기술이 30% 이상의 임상현장에 보급된다.
 82. 다양한 한약제제(주사, 정맥주입, 점안, 구강점막제 등)가 50% 이상의 임상현장에서 실용화된다.
 83. 경락경혈이론을 이용하여 피부, 근육, 신경, 근막 같이 특정부위만 자극(물리적, 화학적, 광학적, 전자기적)을 줄 수 있는 기기를 개발한다.
 89. 스포츠, 직업관련 질환에 대한 한의예방, 재활치료 시스템이 구축된다.
 91. 노인성 퇴행성 뇌질환환자에 대한 한의재활요양시스템이 상용화된다.
 95. 한의 유헤스케어 시스템이 구축된다.
 96. 체질의학을 이용한 건강관리시스템이 상용화된다.
 97. 고령자, 신체 장애인이 정보네트워크에 참가하기 쉬운 정보단말기 및 소프트웨어가 개발된다.
 98. 웨어러블 한의헬스케어 시스템이 상용화된다.

치료기술 및 재활/요양 기술영역 과제의 포트폴리오 상 분포는 Fig 5.와 같다.

위의 포트폴리오에서 중요도와 국내연구개발기술수준이 모두 높아 I사분면에 위치하는 한의약분야 최우선개발대상 기술은 총 26개로 나타났다. 이를 세계실현시기 구간별로 아래의 Table 12.와 같이 분류하였다.

IV. 고찰

기술예측조사는 그 분야에 대한 비전과 목표를 제시할 수 있어야 하며, 미래 예견의 정확성을 추가하기 보다는 현재의 선택에 따라 미래의 공유된 비전을 만들어 나가려는 과정에 초점을 둔다. 이러한 방향하에서 본 연구에서는 한의약 기술에 대한 2040년 미래예측 조사를 수행하였다. 기술예측위원회를 운영하여 도출된 99개의 한의약 기술에 대한 델파이 설문조사를 실시하였고, 설문조사결과 기술의 중요도와 최고기술보유국 대비 국내 연구개발 수준을 고려하여 각 기술영역별 한의약기술에 대한 최우선 개발 대상 26개 기술을 제시하였다.

최우선 개발 대상 26개 기술 중 세계실현시기가 2020년 이전인 기술은 총 11개 기술이며, 이들 기술들은 보다 시급히 연구개발 투자가 이루어져야 할 것으로 보인다. 11개 기술 중 기초/기반 기술이 5개로 가장 높은 비율이었으며 중요도 점수도 대부분 80점 이상으로 높아 기초/기반 기술에 대한 연구개발이 시급하고 중요한 것으로 나타났다. 세부적으로는 다양한 기술 분야가 포함되어 있으나, 임상연구 모형 기술, 플랫폼 기술, 임상현장 보급, 표준, 가이드라인 등 실제 활용에 접목이 될 기술보다는 활용 기술 개발이전에 필요한 기반 기술이 대부분이었다. 이는 2006년에 조사된 한의약 기술예측⁸⁾의 결과, 중요도와 연구개발수준이 높은 기술과제 5개 중 대부분이 침의 기전 규명, 경혈·경락의 표준화, 변증·질병의 연관성 규명, 한약재 규격화 등의 기반 기술이었던 것과 비슷한 결과이다. 2006년에 연구개발이 시급하다고 판단된 기술이 2015년에도 여전히 중요도와 연구개발수준이 높다는 것은 아직 한의약 기술 중 기반 기술 개발이 미진하다는 것을 보여주며 활용 기술 개발의 활성화를 위해 선제적으로 기반 기술에 대한 연구가 매우 시급한 것으로 여겨진다. 다만 2006년에는 기전규명의 시급성이 높았으나 본 연구

에서는 실현시기가 2021년 이후로 미뤄진 것을 볼 수 있다. 이는 연구모형이 정립되어 있지 않은 상황에서 한의약 이론에 대한 생리학적 규명에 있어 아직 더 많은 시간을 요하는 것으로 보여진다.

최우선 개발 기술 중 세계실현시기가 2021년 이후인 기술들은 기기와 관련된 기술이 많았다. 경혈경락이론 기기, 유헬스케어 시스템, 웨어러블 시스템, IT 융합 종합건강검진 기술, 형태·색 이용 영상진단기기, 스마트 건강홈 등 15개 기술 중 6개 기술이 기기와 관련된 기술이었다. 이는 IT 기술의 발달로 인한 u-health의 부각에 따라 일상생활 속 건강관리의 강점이 있는 한의학이 u-health와 결합되어 확산될 것이라는 예측을 담고 있는 것으로 보여진다. 또한 진단기기와 진단기술도 포함되어 있는데 현재 한의의료서비스에서 한의사 오감에 의한 진단 외에 마땅한 진단기술이 없는 상황에서 치료기술 보다는 진단기술의 개발이 전제되어야 한다고 판단한 것으로 보여진다.

그리고 상기의 최우선 개발 기술 외에도 중요도는 높으나 우리나라 기술수준이 비교적 낮은 개발역량집중 대상 기술 35개와 우리나라 기술수준은 높으나 중요도가 비교적 낮은 선점개발대상기술 16개에 대해서도 관련 산업동향, 경제적 효과, 국민보건 향상 기여도 등의 추가 조사를 통한 연구개발 투자 여부 검토가 필요하다.

본 연구는 전문 위원들이 회의적인 의견이 있는 일부 기술과제를 포함하고 있으며, 한의약 한 분야에 대한 조사에 비해 조사항목 수가 과다하다는 한계가 있다. 그러나 본 연구 결과는 예측결과의 유용성과 시의 적절성, 정책적 우선순위를 감안하여 중장기적 관점에서 한의약 연구전략 수립 및 한의약 관련 연구과제 선정 등에 활용되어 향후 한의약 연구개발의 방향성 설정에 기여할 것으로 보인다.

V. 결론

우리는 2040년에 실현될 한의약 기술을 예측하기 위하여 한의약 분야 기술과제를 선정후 이를 대상으로 델파이 기법을 활용한 기술예측조사를 통해 2040년에 실현될 한의약 기술을 최종 예측·분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 실현시기 예측조사 결과, 99개 기술 중 58개 기술

Table 12. The Classification of the Technology Priorities by world forecast Period

세계 실현 시기(년)	기술영역	기술번호	기술과제 명	국내 실현 시기(년)	중요도	국내 연구개발 기술수준(%)	최고기술 보유국가
2015-2020년	A	3	개인 맞춤형 의료를 위한 체질의학에 대한 생물학적, 임상연구 모형이 개발된다.	2018	84	65	한국
	A	4	개원의의 임상경험을 축적할 수 있는 플랫폼이 개발된다.	2023	81	65	중국
	A	7	한약 및 한약제제에 대한 안전성 및 유효성에 대한 가이드라인이 확립된다.	2023	85.6	64.6	일본
	A	8	전통의학의 국제 표준 교육을 위한 용어 및 개념이 정립된다.	2023	78.6	64	중국
	A	9	환자의 진료정보 공유를 위한 표준 진료기록 플랫폼이 실용화된다.	2018	82.5	78.8	한국
	B	47	효율적인 기공수련 모델을 적용한 스마트 양생 디바이스 기술이 개발된다.	2018	65	92.5	한국, 중국, 일본
	D	81	통합의료 치료기술이 30% 이상의 임상현장에 보급된다.	2018	74.2	60.8	중국
	D	82	다양한 한약제제(주사, 정맥주입, 점안, 구강 점막제 등)가 50% 이상의 임상현장에서 실용화된다.	2023	75.6	63.9	중국
	D	89	스포츠, 직업관련 질환에 대한 한의예방, 재활치료 시스템이 구축된다.	2023	78.6	57.1	한국
	D	91	노인성 퇴행성 뇌질환환자에 대한 한의재활요양시스템이 상용화된다.	2023	81	64.4	중국
D	97	고령자, 신체 장애인이 정보네트워크에 참가하기 쉬운 정보단말기 및 소프트웨어가 개발된다.	2023	74	53.5	한국, 기타	
2021-2025년	A	16	노인성 및 만성대사성 질환, 암에 대한 한의약적 치료효과 및 기전이 규명된다.	2023	79.6	72.2	중국
	A	18	허증(虛證), 실증(實證) 등 한의학적 진단의 검증이 가능한 병태모형이 개발된다.	2023	77.5	64.3	한국
	A	19	기(氣), 혈(血), 진액(津液) 등 한의학적 생리에 대한 과학적 기전이 규명된다.	2023	80	74.2	중국
	B	46	Smart Health를 통한 건강상태 추적 관리 및 전문가로부터 실시간 조언 시스템이 실용화된다.	2028	65	70	한국
	C	57	사진(四診)종합을 위한 형상진단과 분류의 객관화가 개발된다.	2023	82	78	한국
	D	78	노화억제 기술 및 노인의 삶의 질 개선을 목표로 하는 한의치료기술이 75% 이상의 임상현장에 보급된다.	2023	81.5	62.2	중국
	D	83	경락경혈이론을 이용하여 피부, 근육, 신경, 근막 같이 특정부위만 자극(물리적, 화학적, 광학적, 전자기적)을 줄 수 있는 기기를 개발한다.	2023	77.3	57.2	중국
	D	95	한의 유헤스케어 시스템이 구축된다.	2023	79.9	64.9	한국
D	98	웨어러블 한의헬스케어 시스템이 상용화된다.	2023	76	63.6	한국, 중국, 일본	
2026-2030년	C	56	사진(四診)과 IT융합으로 개인 맞춤형 진단과 종합 건강검진 기술이 개발된다.	2023	76.5	73.8	한국
	C	58	장내세균을 이용한 변증과 유형 체질 진단이 개발된다.	2023	75.7	66.4	한국
	C	69	사상체질 및 형상진단을 위하여 형태와 색을 활용하는 영상진단기기가 개발된다.	2023	80	82.5	한국
2031-2035년	A	20	경혈(經穴) 및 경락(經絡)과 인체 내부 시스템과의 관계가 생리학적으로 설명된다.	2038	82.5	75	중국
2036-2040년	B	49	건강상태를 상시 모니터링하고 한의 건강생활을 가이드하는 스마트 건강 홈이 보급된다.	2023	81.3	76.3	일본
2040년 이후	D	96	체질 의학을 이용한 건강관리시스템이 상용화된다.	2028	78.2	80.7	한국

* A는 기초/기반기술, B는 예방/건강증진기술, C는 진단기술, D는 치료기술 및 재활/요양기술임

- (59%)이 우리나라와 세계 실현연도가 같을 것으로 예측되었고 그 외 10년 미만의 격차분포를 보일 것으로 예측된 기술은 29개(29%)였다.
2. 전체 99개 기술과제의 중요도 평균은 72.9점으로 나타났다. 그 중 기초/기반 기술영역의 평균 중요도가 77.1점으로 가장 높게 나타났으며 진단 기술영역 75.1점, 치료기술 및 재활/요양 기술영역 72.7점, 예방/건강증진 기술영역 67.4점 순으로 조사되었다.
 3. 미래기술의 연구개발 추진을 위한 연구주체는 '산학연 협동연구를 해야 한다'는 의견(58.7%)이 가장 높았으며, 기술과제 실현상의 장애요인으로 인프라(연구비)부족이 전체 중 33.6%로 가장 높았다.
 4. 중요도-국내연구개발기술수준을 기준으로 한 포트폴리오 분석 상 최우선 개발 대상 기술(중요도와 국내 연구개발수준이 높아 연구개발이 최우선적으로 필요한 기술)은 총 26개 기술이었다.
 5. 최우선 개발 대상 기술 중 2020년 이전에 실현될 기술 11개는 대부분 기반 기술로 이는 아직 한의약 기술 중 기반 기술 개발이 미진하다는 것을 잘 보여주며 활용 기술 개발 활성화를 위한 기반 기술 개발이 매우 시급하다고 여겨진다. 또한 2021년 이후에 실현될 15개 기술은 대부분 기기 관련 기술로 u-health와 한의약이 결합될 것으로 예측하고 있으며 진단기술 개발도 중요한 것으로 예측되었다.

감사의 글

이 논문은 한국한의학연구원 「연구정책 및 전략기획사업(K16661)」의 연구비 지원을 받아 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Makridakis S. G. Hyndman R. J. Steven C. Wheelwright. Forecasting: Methods and Applications. John Wiley & Sons, 3rd ed. 1997.
2. Joseph P. Martino. Technological Forecasting for Decision Making. McGraw-Hill, Inc, 3rd ed. 1993.
3. 일본문부과학성 과학기술정책연구소. 2040년의 과학기술. 한국과학기술정보연구원 역. 2010.
4. 한국과학기술기획평가원. 2013년도 이슈별 미래예측-위성정보 활용 산업의 미래전망. 연구보고 2014-081. 2014.
5. 과학기술정책관리연구소. 제1회 과학기술예측조사(1995~2015년)-한국의 미래기술. 1994.
6. 한국과학기술기획평가원. 제4회 과학기술예측조사(2012~2035)-미래사회 전망과 과학기술 예측. 2012.
7. 한국보건산업진흥원. 미래보건산업 기술예측(2001-2025). 2001.
8. 한국보건산업진흥원. 미래보건산업 기술예측조사. 2006.
9. David J. G., Leroy H. Systems Biology and Emerging Technologies Will Catalyze the Transition from Reactive Medicine to Predictive, Personalized, Preventive and Participatory(P4) Medicine. Interdisciplinary Bio Central 1(6):1-5. 2009.
10. 한국한의학연구원, 부산대학교한의학전문대학원, 대한한 의사협회. 2013 한국한의학연감. 2014.
11. 한국한의학연구원. 한의학중장기예측기획연구. 1996.
12. 한국과학기술기획평가원. 2013 이슈별 미래예측-100세 시대 헬스케어 수요 및 대응방안 예측. 2013.
13. 한국한의학연구원. 한의과학기술분류체계. 2010.
14. 과학기술정책연구원. 국가와 기업에서의 기술예측 결과 활용방안. 2000.
15. 조근태, 권철신. 기술예측에의 적용을 위한 상호영향분석법의 이론적 고찰: 한계와 연구방향. 기술혁신연구9(1):95-120. 2001.
16. 조승국, 김선희. 댐 건설사업의 환경가치 평가항목 결정에 관한 연구. 환경정책 13(2):189-203. 2005.
17. 박우희. 기술경제학개론, 서울대학교 출판부, 2001.
18. 홍순기, 신흥식, 박수동. 기술예측. 한국산업기술재단, 2007.
19. 권성훈, 홍순기. 델파이 기술예측의 타당성과 신뢰성 분석에 관한 연구. 기술혁신연구 17(1): 97-117. 2009.
20. Anderson, J. Technongy foresight for Competitive Advantage. Long Range Planning, 30(5): 665-667. 1997.
21. Bradburn, N. M., and William M. M. "The effect of question order on responses." Journal

- of Marketing Research 1(4):57-61, 1964.
22. 이종욱, 이규현, 정선양, 조성복, 윤진효. R&D관리. 경문사. 2005.
 23. 이종인, 조근태, 신봉철, 한귀덕, 지인배, 김성철. 임업·임산 분야의 델파이 기술예측조사에 관한 연구. 사회과학연구 45(2):187-207. 2006.
 24. 한국과학기술기획평가원. R&D투자포트폴리오 설정을 위한 방법론 조사·분석. 2006.