

한의학기반 미래융합의학 발전전략 수립
Development strategy establishment of
Future Convergence Medicine based on KM

연구기관 : 한국한의학연구원
연구책임자 : 구 기 훈

2021. 12. 28

과 학 기 술 정 보 통 신 부

제 출 문

과학기술정보통신부장관 귀하

본 보고서를 “한의학기반 미래융합의학 발전전략 수립”의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 12. 28.

연구기관명 : 한국한의학연구원

연구책임자 : 구기훈

연 구 원 : 이승철

연 구 원 : 김동준

연 구 원 : 김은락

연 구 원 : 정민영

최종보고서(요약)

1. 과 제 명 : 한의기반 미래융합의학 발전전략 수립
2. 연구 기관 : 한국한의학연구원
3. 연구책임자 : 구기훈
4. 연구 기간 : 2021. 6. 17. ~ 2021. 12. 16.
5. 계획대진도 :

구 분 연구내용		연 구 기 간(Month)												진도(율)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(모듈 1) 추진체계 마련 및 기초문헌 조사	계 획													100%
	진도													
(모듈 2) 대내외 환경분석	계 획													100%
	진도													
(모듈 3) 미래상(비전체계) 및 전략체계 수립	계 획													100%
	진도													
(모듈 4) 세부추진 전략/계획 도출	계 획													100%
	진도													
(모듈 5) 미래융합한의학 활성화 방안 마련	계 획													100%
	진도													
최종보고서 초안 작성 및 보고서 인쇄본 제출	계 획													100%
	진도													
총 진 도 율														100%

가. 진도설명 : 모듈 1 부터 모듈 5 까지 진행 완료

- (1) 모듈 1 : 기초 문헌 조사를 통한 미래융합한의학 개념 정립, 발전전략 수립을 위한 기획위원회 구성 완료
- (2) 모듈 2 : 정책, 산업, 사회, 기술 측면에서 환경분석을 통해 미래융합한의학 추진방향 검토
- (3) 모듈 3 : 미래융합한의학 발전전략을 위한 추진방향을 도출하고, 추진방향을 토대로 비전 및 전략 체계 수립, (1), (2), (3) 모듈에서 도출한 결과에서 기획위원회에서 검토 완료 및 확정
- (4) 모듈 4 : 발전전략의 세부내용 구체화를 위한 연구분야별 실무위 세부검토 및 서면자문, 기획위원회를 통한 연구수행 결과 검토 및 확정
- (5) 모듈 5 : 최종보고서 작성 완료(분과별/기획위원회, 과기부 의견수렴 후 보완/수정)

6. 주요연구내용 및 중간결과 (본문)

가. 개념 정립

- ☐ (설정 방향) 한의학 특징과 타분야 융합을 통해 보건의료 및 사회적 현안을 해결하고, 바이오·산업 혁신에 기여하는 지향점 반영
 - 사회구조·환경 및 라이프 스타일 변화에 따른 질환(스트레스, 우울 등) 대상
 - 기존 치료방법의 이슈(고령화 질환, 복합원인 질환, 약물 부작용 등) 해결
- ☐ (미래융합한의학 정의) 보건의료 한계와 사회적 현안을 해결하기 위해 전인적 관점 기반의 한의학과 다양한 지식·기술 간 융합으로 미래 기초·원천기술 창출
- ☐ (융합의학 연구분야) ‘기초·기반연구’와 ‘융합연구’의 2대 중점분야로 구분하여 세부연구분야 설정

<기초·기반연구의 주요 내용>

구분		주요 융합 분야	예시
기초 기반 연구	기초이론	생물정보학 시스템 생물학 뇌과학 전자센서, 물리, 화학	- 전인적 접근방법을 도입한 한의기술 기초연구 및 기전연구 - 전인적 전임상 동물모델 개발 등 연구방법론 개발 - 전인적 접근방법에 대한 메커니즘 연구결과와 한의지표 측정/활용 표준화 - 융합 한의 진단/치료 기술의 효능 검증, 지표의 측정·활용 표준화 등
	치료이론		
	정보·지능화 플랫폼	DNA(빅데이터, 네트워크, AI)	- 인공지능 기반 통합 빅데이터 플랫폼 구축 - 융합 정보 공유 및 활용 플랫폼 구축

- (기초·기반연구) ‘융합의학의 토대 마련 중심’의 미래 융합의학 발전전략(안)(과기부,

'19.6)에 핵심방향을 반영하여 확대

- (융합연구) 융합 추진을 통해 '생애 전주기 전인적 건강관리'를 위한 미래융합한의학 원천기술 개발 본격화

<융합연구의 주요 내용>

구분	주요 융합 분야	예시
융합연구	한의 바이오 융합 한약기술 개발	• 빅데이터·AI 활용 한의신약 개발 플랫폼 • 생물정보학적기법(전사체, 대사체, 미생물체, 후성유전학)이용 유전자 발굴·예측, 한의 재생치료 • 난치성 질환(암, 치매 등) 치료소재 개발 • 맞춤형 메디푸드(Food Oriented Preventive Personalized Medicine) • 신변증 감염병 대응 치료소재 개발(면역강화)
	한의 융복합 첨단 의료기기	• 첨단기술 융복합 한의 의료기기 개발 (바이오피드백 디지털 헬스기기 등) • 한의 바이오센서 기술 • 융복합 의료기기(비침습·무구속·무자각 진단·치료기기) • 바이오 융합 한의 전자약 개발연구 • 생체 내 한의학 정보(변증, 체질 등) 모니터링 및 자율 판단 AI 나노로봇 기술
	한의 디지털 헬스케어 서비스	• 뇌과학 기반 한의 뇌건강 증진기술 개발(치매예방, 스트레스, 불안장애 등 뇌건강) • 다중요소 중재를 통한 건강 개선 평가기술 개발 • 한의정보 + 오믹스 + 라이프로그 + 건강기록 등 다양한 정보기반의 건강예측 모델 개발 • 디지털 한의 헬스케어, 디지털 트윈 건강 시뮬레이션, VR·AR·MR 한의 원격치료 원천기술

나. 환경분석

□ 정부정책 동향

- (미국) NCCIH, 전인적 건강 개념을 새롭게 도입한 연구전략(2021-2025) 수립
 - 인간의 전 생애주기에 걸쳐 건강증진 및 질병 예방을 위한 보완통합의학의 잠재성에 대한 연구를 주 연구목표로 설정
 - 인간 건강을 신체와 정신이 결합한 전인적 건강(Whole Person Health)으로 인식하고 건강 관리와 질병연구에 있어 심신을 아우르는 이해 요구
 - 다양한 분야의 관점(Multimodal)에서 연구하고, 기존 현대의학과의 연계를 추구하는 보완통합의학의 역할 수립

- (중국) 환자 대상 질병 치료 중심에서 전 국민 대상 종합 건강중심으로 정부 정책 및 투자 패러다임 변화하고, 현대과학기술을 활용한 중의학 연구 장려
 - 국민건강 개선을 위해 종합건강중심, 전체인구 대상, 능동형·시스템형·통합형 서비스, 전방위서비스, 국가·사회·개인 공유모델을 5대 전략으로 제시
 - 「중의학 발전전략규획강요」(2016-2030)을 통해 중의학 의료서비스 역량 개선을 위해 '인터넷 + 중의학 촉진', '빅데이터 활용' 정책 추진
- (국내) 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대, 「예방」, 「신약」, 「의료기기」를 중점영역으로 설정
 - 국정과제에서 의료기기의 4차산업혁명 기술융합, 나노·바이오 융합 R&D, 뇌과학 등을 포함한 바이오·의료 분야의 기술융합 방향 제시
 - 다수의 상위계획에서 「예방」, 「신약」, 「의료기기」를 바이오/의료 R&D의 중점영역으로 제시하고 타 분야와의 융합확대를 핵심전략으로 추진
 - 이외에 과기부는 고령사회에 따른 치매극복 강조, 디지털 치료제, AI 활용 혁신신약 등 유망기술과 다양한 분야에 접목·활용가능한 공통기반 기술에 대한 선제적 투자방향 제시
- 미래융합한의학에 있어서 고려사항
 - (중점분야) 다수의 정책에서 예방, 신약개발, 의료기기 개발을 공통적으로 언급, 한의학 기반 미래융합의료에서도 고려 필요
 - (대상질환) 과기부 22년 투자방향에서 치매 강조, 미래융합한의학에서도 치매를 예방·관리 관점에서 고려 필요
 - (타분야 융합) 바이오 분야의 재생의학, 뇌과학, 지능형 식물공장(AI 등의 디지털기술 융합 포함) 융합, 디지털 기술과의 융합 타진
 - (R&D 전략) 유망기술·범용기술 중심의 기초연구, R&D-임상 연계(중개연구 등 실증) 고려

□ 산업정책 동향

- (세계시장) 전통의학을 활용한 심신요법과 디지털 헬스가 세계 보완대체 의료시장 및 보건의료시장 성장의 주요 기폭제로 작용 예상
 - Grand View Research, Inc. 보고서(2021)에 따르면, 세계 보완대체의료 시장규모는 '21-'27년 사이 연평균 22.03% 증가, 2028년에는 4,046억만 달러 규모로 성장 예상
 - 성장동인으로 요가, 명상, 자기요법, 침술 등 심신 모두를 다루는 전통의학에서 상당한 관심이 집중 예상
 - 각국의 정부정책이 보완대체의료 도입을 가속화하여 시장규모를 확대하는 중요한 동인으로 작용
 - Global Industry Analysts Inc.(2021)에 따르면, 세계 Digital Health 시장은 2020년 1,525억 달러에서 2026년 4,567억 달러로 매년 18.8%씩 성장 예상

○ (미국) 심신치료 중심의 보완대체의료 수요 급증, COVID-19 영향으로 비대면‘Virtual Classes’수요 증가

- 2018년 11월에 발표된 미국의 2017년 국민건강 인터뷰조사(NHIS)에 따르면, 요가와 명상을 사용하는 미국 성인과 아동 수가 크게 증가(각각 14.3%, 14.2% 증가), 카이로프랙틱의 사용도 성인의 경우 소폭 증가
- 특히, 팬데믹 기간동안 스트레스, 우울증, 불안장애 등 심신치료요법에 대한 수요가 증가하면서 모바일 프로그램을 통한 가상 심신수업 활용

○ (중국) 고령사회 및 신종감염병에 대응하고, 디지털과의 접목을 통한 중의학 수요 및 시장 확대 예상 (양로/건강관리/디지털 의료/의료기기 + 중의학)

- 고령화 문제로 양로서비스가 결합된 개인연금제도 급속도로 발전함으로써 양로서비스 시장 확대, 건강보험 수요 급증과 다양화 예상
- COVID-19 이후, 사람들의 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도와 수요 증가로 중의약 시장규모 확대 예측
- 마찬가지로 COVID-19 이후 비대면 의료서비스에 대한 국민 수요가 대폭 증가함에 따라 ‘제14차 5개년’에 원격의료 추진 포함
- 중국 정부와 시장, 기술적 동인으로 의료기기 산업 성장 확대로 중의학 의료기기도 함께 성장 예상

○ (국내) 한의약산업 업체 규모가 아직 영세하여 민간 R&D 투자 한계 존재

- ‘19년 한의약산업 매출액은 10조 3,630억원으로 ‘17년대비 9.9% 증가하며, 비약물 매출액 차지하는 비중(61.6%)이 큼
- 한약제제 관련 산업은 ‘17년 기준 3,619억원으로 ‘11년 이후 연평균 3.7%씩 성장하고 있으나, 수출업체의 규모 영세, 중국에 대한 수입의존도 큼
- 한의 의료기기 매출액의 경우, ‘19년 307.7억 원으로 매년 20.5%씩 빠르게 감소하고 수입 비중도 큼

□ 사회적 환경 및 전망

○ 초고령사회 문턱까지 진입, 그러나 건강수명 정체, 고령자 1인당 진료비 지속 증가

- 인구통계 발표(‘21)에 따르면, 65세 이상 인구가 ‘19년 아동 인구를 추월한데 이어 청소년 인구도 넘어서면서 ‘초고령사회’ 문턱까지 진입
- 가장 최근인 2018년 기대수명은 82.7년으로 2017년과 2014년 81.8년에서 꾸준히 증가하고 있으나, 건강수명은 정체(통계청, ‘20)
- 고령자 1인당 진료비는 448만 7천원, 본인부담 의료비 104만 6천원으로 점차 증가하고 있어 빈곤한 노인 문제를 더욱 가중시킬 것으로 전망

- 질병구조 변화로 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각
 - ‘19년 기준, 입원 질병분류 중 상위 질환군의 점유율은 ‘정신 및 행동 장애’가 22.1% 점유, 해당 질환군에 치매 상병이 큰 비중 차지
 - 순환기 계통, 신경계통 질환도 입원일수 증가에 지속적으로 높은 비중을 차지할 것으로 예상
 - 만성퇴행성 질환, 치매 증가 등으로 인한 정신건강 관리, 근골격계 질환이 주요 질환으로 꼽히면서 건강관리, 예방관리가 중요한 영역이 될 것으로 전망
- 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구
 - 노인질환의 특징은 한사람에게 여러 질환이 같이 존재한다는 것이며, 일반적으로 여러 원인으로 여러 장기 질환이 발생하는 경우가 많음
 - 또한, 노화과정은 개인의 차가 크고 질병발생이 동반되기 때문에 개인의 차가 현저히 두드러져 질환치료에서 개인에 대한 특별한 주의 요구
 - 특히, 노인질환은 치료되지 않은 만성질환이 많아 질환관리가 절대적 치료보다 기능유지가 목표가 되는 개념 도입 필요
- 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 예상
 - 우리나라는 인구 고령화가 진전되면서 노인인구에 대한 건강형평성 문제가 함께 부각되었고, 특히 노인 인구집단의 지역적 격차 문제 대두
 - 이와 더불어 COVID-19 확산으로 “근로 빈곤인구 증가”의 사회적 불평등 문제가 의료서비스 접근성 격차로 건강수준에 영향을 미칠 것으로 추정
- 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 신뢰도 및 인지도 저하로 한방의료 이용 감소
 - ‘20년 한방의료 이용 및 한약소비 실태조사’에 따르면 한방의료 이용비율은 점차 감소
 - 한방의료 인지도가 낮고, 과학적 근거 부족으로 인한 신뢰도 저하 등이 한방의료 감소 원인으로 작용

□ 기술동향

- 유전, 환경 및 생물학적 특성 등 개인 조건에 맞춘 진단·치료 관련 기술 발전으로 5P Medicine 시대 도래 전망
 - 2000년대에 들어서 유전체학, 시스템생물학, 약리학 등 분야의 과학적 발전과 함께 ‘3P Medicine’ (Predictive, Preventive, Personalized Medicine) 개념 형성
 - 이후, Participatory를 포함하는 ‘4P Medicine’ 개념으로 바뀌면서 환자와 환자협회가 헬스케어 시스템의 적극적인 이해관계자 역할 요구
 - 5P Medicine은 토탈오믹스 기반으로 정확한 진단과 맞춤치료를 정밀하게 이뤄낸다는 개념임

- 심리와 신체간의 상호작용 및 뇌와 심신의 메커니즘 연구 등 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구 활발
 - '18년 4월, 국립노화연구소(NIA)는 NIH와 NCCIH 공동으로 건강에서 정서적 웰빙(emotional well-being)의 역할을 주제로 논의
 - 정서적 웰빙을 촉진하기 위한 중재(interventions) 전략 개발, 임상연구 또는 적용 문제를 다루었고, 최근 심리와 신체간 상호작용에 대한 연구 진행
 - NCCIH 또한 현대의학과 보완대체의학간 경계가 모호해지면서 연구방법을 심리치료(psychological interventions)과 신체치료(physical interventions)로 재구성하여 심신의 중재가 임상적으로 효용성이 있는지 과학적 근거를 제공하기 위한 기초연구 중심의 향후 5년 연구전략 수립
- 유명 중의학 임상의 경험 수집, 침술과의 융합, 예방의학 등에서 AI 기술 활용
 - 병리학·임상·의학 오랜 경험과 계속 업데이트되는 정보들을 활용하여 최고 수준의 진단과 치료 전략을 대표하는 임상경험을 AI를 통해 수집 가능
 - Tainan National Cheng Kung University에서 ① 경혈의 위치파악, ② 침 치료효과 조사, ③ 경혈자극의 치료효능에 대한 AI 가이드 자동 검출을 위한 로봇제어 침술기술(RCA) 개발
 - Xia Shujie et al.(2019)는 AI를 이용하여 “예방의학” 측면에서의 건강관리모델을 분석하여 핵심기술모델 수립
 - 추나요법에 대한 AI 적용은 아직 초기단계이나 효율성과 안전성을 개선하기 위해 추나 프로토콜 기반으로 마사지 장비, 로봇 개발 지속
 - 이외에도 기공호흡 특성을 특정 병리와 결합한 데이터 생성과 이를 기반으로 한 서비스 모델 개발
- 다양한 뇌연구방법을 접목한 경혈, 침치료 등 한의치료효능 연구 시도
 - Jingjing Zhang et al(2021)은 경혈과 비경혈간 치료효과의 차이를 보여주기 위해 심전도 또는 뇌파검사와 유사한 기술을 적용하여 경혈의 신호를 감지할 수 있다는 것을 제안하고 경혈과 비경혈의 제어위치에서 전기신호를 수집하기 위해 전기스펙트럼기기 사용
 - 허혈성 뇌졸중 이후 수면장애 침치료 효과분석을 위한 무선 다이내믹 수면 모니터 적용, 침술의 임상효과를 후향적으로 분석(Yujuan Song, et al., 2021)
 - 또한, 최근 10년간 rs-fMRI(휴지상태 fMRI)를 이용하여 침술치료의 메커니즘 규명, 질병과 진단근거의 시각화 및 효능평가, 경혈자극의 생리적 기전, 경혈의 시각화 등의 연구 추진
- 오믹스 기술을 활용한 전통의학 이론과 치료에 대한 이해와 메커니즘 연구 확대
 - CAM(Complementary and alternative medicine) 분야에서 대사체학, 전사체학 등 오믹스 기술을 이용한 질환 연구들이 많이 진행되고 있으며, 주로 치료의 메커니즘을 연구하는 사례 다수
- 다양한 최신기술을 접목한 뇌졸중 및 재활 분야 다학제 연구 시도
 - (VR) 자율성, 상호작용, presence의 기술적 특성을 갖는 VR와 재활훈련이 결합하여 뇌졸

중 환자가 가상 환경에서 신경재활을 받을 수 있는 새로운 방법 제공

- (Robot Training) 임상의와 공학자간 협력을 통해 최근 재활로봇에 대한 새로운 기술개발 활발
- (mHealth) 편마비가 있는 뇌졸중 환자의 재활서비스를 제공하기 위한 모바일 헬스 기술개발
- (BCI) 최근 EEG(뇌파)를 활용한 BCI 기술은 뇌졸중 환자의 수면과 우울증 리스크 치료에 있어서 새로운 가능성 제공
- (NIBS) 비침습적 두뇌자극 기술(NIBS)인 경두개 직류전기자극(tDCS)과 반복 경두부 자기자극(rTMS)은 뇌졸중 이후 편마비 환자 재활에 운동훈련과 함께 사용
- (기타) 뇌영상과 빅데이터가 결합한 연구들이 뇌졸중 환자회복 예측모델 개발을 위해 이루어지고 있음

다. 미래융합한의학 비전 및 전략체계(안)

□ SWOT 분석 결과

<미래융합한의학 발전전략의 SWOT 요인>

강점(Strength)	약점(Weakness)
S1. 잘 훈련된 한의학 분야 기초, 중개 연구자들의 연구 역량 S2. 한국한의학연구원을 중심으로 국내 한의기반 연구 역량 축적 S3. 보건의료분야의 빅데이터, AI 등 혁신기술 역량 발전 S4. 한의학의 전인적 접근은 근본 치료, 복합치료, 개인맞춤치료에 적합 *(한의학 특징) 최소침습적 치료, 개인특성/체질 고려, 건강상태 면역력 향상 유지에 오랜 경험과 임상근거 축적 S5. 한의학적 비약물 치료를 통해 정신질환 약물장기 부작용 문제해결 가능	W1. 한의약산업 업체규모 영세로 자체적인 R&D 투자 어려움 W2. 한의사의 의료기기 사용에 대한 지속적인 논란은 한의 의료기기 성장에 걸림돌로 작용 W3. 과학적 해석의 새로운 방법론 부족, 객관적인 진단기준의 부족 W4. 한양방 협진 시범사업의 성과 미흡으로 통합의료 요구 대응 미진 W5. 세계 보완대체의료 시장에서 중의학은 한분류로 평가되고 있으나, 한의학은 미포함
기회(Opportunity)	위협(Threat)
O1. 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대 정책 추진 O2. 과기부, 고령사회에 따른 치매극복을 제시한 투자방향 제시 O3. 심신요법과 mHealth 기술 도입으로 세계 보완대체의료 및 보건의료 시장 고성장 전망 O4. 중국의 양로서비스 시장 확대, 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도 제고는 세계시장 견인 O5. 질병구조 변화에 따라 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각 O6. 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구는 한의학에서 대응 가능 O7. 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구	T1. 주요국의 보완대체의료에서 AI, 뇌과학 등 첨단기술 활용에 대한 관심 집중과 정부의 적극적인 개입은 한의학 경쟁력 확보 위협 T2. 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 T3. 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 한방의료 이용 저조 T4. 중국은 디지털 기술이 전인하는 인터넷 의료서비스 중심의 정책 추진

□ SWOT 분석을 통해 대응전략 도출

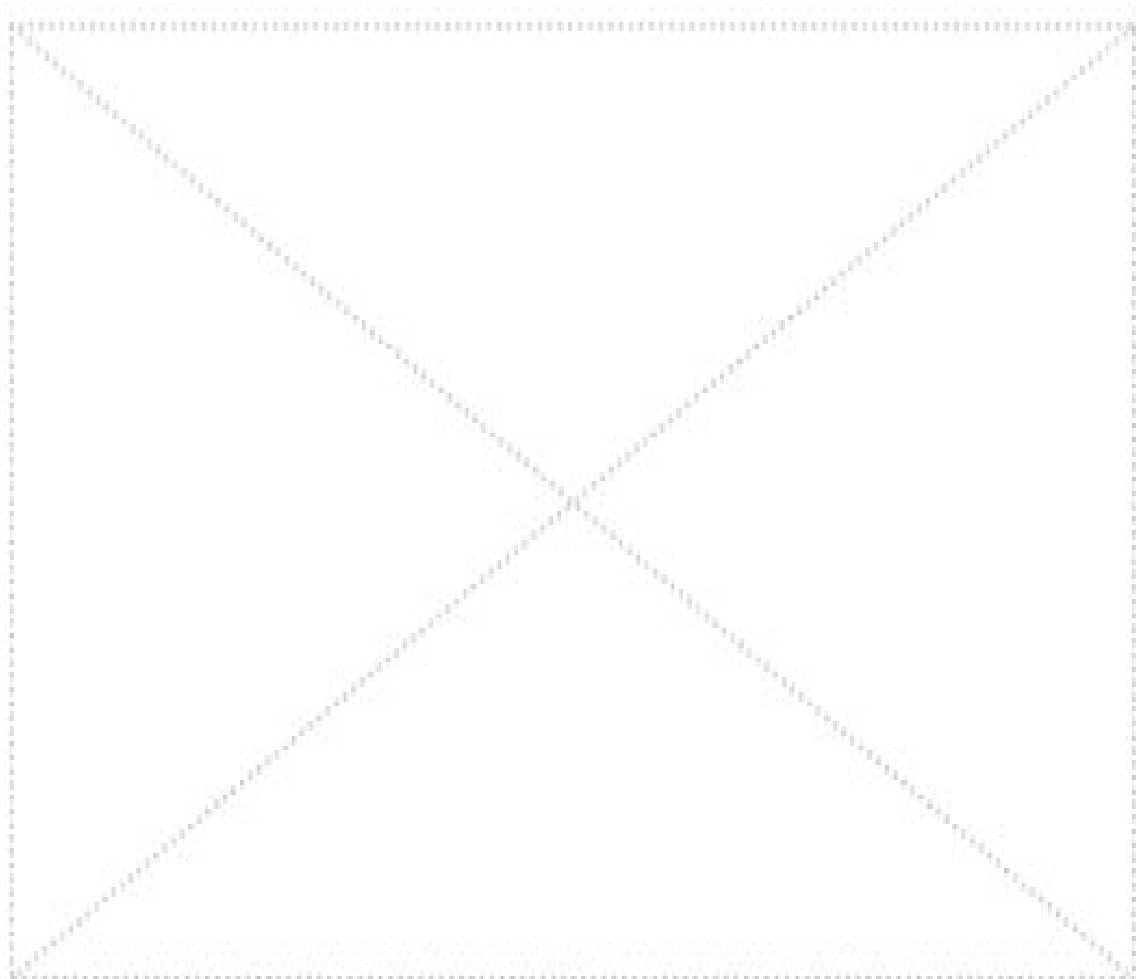
SWOT 분석 및 대응전략	기회(O)	위협(T)
	O1. 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대 정책 추진 O2. 과기부, 고령사회에 따른 치매극복, 중개연구 강화 등 투자방향 제시 O3. 세계 보완대체의료 및 보건의료 시장 고성장 전망 O4. 중국의 양로서비스 시장 확대, 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도 제고는 세계시장 견인 O5. 질병구조 변화에 따라 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각 O6. 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구는 한의학 대응 가능 O7. 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구 활발	T1. 주요국의 보완대체의료에서 AI, 뇌과학 등 첨단기술 활용에 대한 관심 집중과 정부의 적극적인 개입은 한의학 경쟁력 확보 위협 T2. 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 T3. 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 한방의료 이용 저조 T4. 중국은 디지털 기술이 전인하는 인터넷 의료서비스 중심의 정책 추진
강점(S)	SO 전략	ST 전략
S1. 잘 훈련된 한의학 분야 기초, 중개 연구자들의 연구 역량 S2. 한국한의학연구원 중심의 국내 한의 기반 연구역량 축적 S3. 보건의료분야의 빅데이터, AI 등 혁신기술 역량 발전 S4. 한의학의 전인적 접근은 근본 치료, 복합치료, 개인맞춤치료에 적합 *(한의학 특징) 최소침습적 치료, 개인특성/체질 고려, 건강상태 면역력 향상 유지에 오랜 경험과 임상근거 축적 S5. 한의학적 비약물 치료를 통해 정신질환 약물장기 부작용 문제 해결 가능	(SO1) 심신통합, 멀티성분, 멀티타겟의 전인적 건강 개념을 도입한 연구 개발 (SO2) 개인맞춤·예방·일상관리 중심의 질병구조 변화 대응 연구개발 (SO3) 한국한의학연구원 중심의 산·학·연·병 개방형 협력 체제 구축 (SO4) 치매극복, 기능유지 등 고령사회의 노인질환 수요에 대응하기 위한 전인적 관점의 연구개발	(ST1) 타분야와의 융합 확대를 통한 한의학 경쟁력 제고 (ST2) 첨단기술 활용을 통한 의료서비스 접근성 제고 (ST3) 한의학적 비약물치료법을 활용하여 증가하고 있는 정신질환 문제 해결
약점(W)	WO 전략	WT 전략
W1. 한의약산업 업체규모 영세로 자체적인 R&D 투자 어려움 W2. 한의사의 의료기기 사용에 대한 지속적인 논란 W3. 과학적 해석의 새로운 방법론 부족, 객관적인 진단 기준의 부족 W4. 한양방 협진 시범사업의 성과 미흡 W5. 세계 보완대체의료 시장에서 중의약은 한 분류로 평가되고 있으나, 한의학 미포함	(WO2) 한양방 융합가능한 연구주제 설정을 통한 전략적 집중 (WO3) 만성/난치성 질환 융합치료를 위한 'R&D-임상' 연계 연구 (WO4) 다양한 분야에 접목 가능한 기술개발을 통한 성과 제고	(WT1) 한의학적 연구방법론 과학화/표준화 (WT2) 연구 데이터 구축/활용을 위한 플랫폼 구축 (WT3) 민간 기술개발 지원을 통한 한의약 산업 경쟁력 제고 (WT4) 한의기기 발전을 위한 규제혁신 (WT5) 세계 대상 한의기술 효과 분석 연구개발

□ 미래융합 한의학 발전전략의 핵심방향 및 추진방향

사회 및 보건의료 현안을 해결하기 위해
한의학의 특징을 활용한 융합연구 핵심방향 설정

【 핵심방향 】

① 심신통합적 접근 및 다중요소기반 ② 개인맞춤 및 예방 ③ 융합기반구축



Ⅰ 핵심방향

○ 한의학과 여러 분야 간 융합을 통해 보건의료 현안(기존 치료방법의 이슈 해결)과 미래사회(주요 미래질병 대비)에 대응

－ (보건의료 현안) 기존 치료방법 이슈(수술 및 약물 장기복용에 따른 부작용 등)를 해결하기 위해 다중요소 기반의 새로운 접근*

* 질환부위를 직접 자극하지 않고, 상응하는 경혈부위를 활성화시켜 전체적 생체조절 가능

- (미래사회) 사회·환경 및 생활변화 등에 기인한 주요 미래질병*을 심신 통합적 접근과 환경 요인을 종합적으로 고려하여 대응

* 미래질병은 먼 미래에 발생할 새로운 질병이라기 보다 **지금부터 준비해 나갈 필요가 있는 건강 이슈**
 * 처음 발생한 새로운 질병 뿐만 아니라, **발생률, 지역적 분포가 점차 증가하는 기존 질병도 포함**
 * **정신질환 치료제 장기복용** 문제, 여러 장기 기능 저하로 심각해지는 **노인성질환** 관리 등이 해당

○ ‘보건의료 및 사회적 현안’ 질환 중 **한의학이 강점을 가지며, 미래질병인 3개 질환군(① 만성, ② 정신신경계, ③ 환경질환)에 집중**

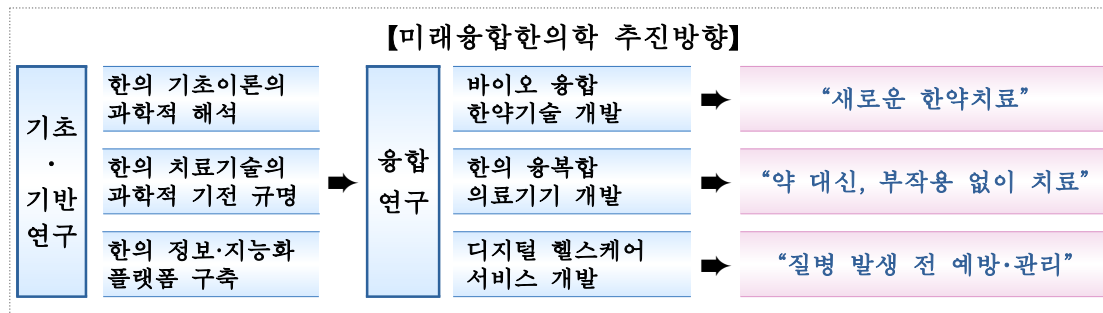
- 의료불평등 심화, 기존 치료방법의 한계에 봉착한 질환 및 사회·환경·라이프스타일 변화에 기인한 질환 급증

* 10만 명당 사망률 (1위)고혈압, (2위)심장질환, (4위) 뇌혈관질환, (5위)자살 [통계청 2019]
 * (고혈압) 유병률/진료비 ('14) 25.4%/2.7조 → ('19) 27.2%/3.6조 [국민건강통계 2019]
 * (우울증) 환자/진료비 ('15) 60.4만 명/2.7천억 → ('19) 79.8만 명/4.4천억 [국민건강보험공단 2020]
 * (알레르기 비염) 환자/진료비 ('15) 1,505만 명/1.3조 → ('19) 1,610만 명/1.7조 [국민건강보험공단 2020]

- 이중, 한의학이 강점을 가지고 있으며, 현재부터 준비해 나갈 필요가 있는 건강이슈와 미래 질병에 집중할 필요

- ① **만성질환** (고혈압, 당뇨, 심뇌혈관 질환, 만성 통증 등)
- ② **정신·신경계 질환** (우울, 불안, 스트레스, PTSD, 치매, 인지장애 등)
- ③ **환경성질환·감염병** (알레르기 비염 등 환경변화, 미세먼지 관련 질환 및 감염병)

② 발전전략 추진방향 : **한의학의 발전과 보건의료 및 미래사회 현안 대응을 위한 ‘기초·기반연구’와 ‘융합연구’ 추진**



○ **(기초·기반연구)** 한의학 발전 토대 마련 및 융합연구 본격화 기반 구축

- 한의학 기초이론을 현대과학적으로 해석하고 한의학적 진단·치료를 객관적으로 정량화하는 도구 개발
- 기존 치료기술의 임상적 유효성 검증이 아닌, 치료기술의 명확한 작용경로 등 치료기전을 과학적으로 규명
- 융합연구를 체계적으로 지원하기 위한 연구·임상·라이프로그 데이터를 수집·공유·활용할 수 있는 플랫폼을 구축

○ **(융합연구)** 질병 발생 전 ‘예방·관리’와 3개 질환군 중심으로 ‘새로운 한약치료’ 및 ‘약 대신, 부작용 없이 치료’를 위한 융합기술 개발

- **(새로운 한약치료)** 최신 바이오 기술간 융합연구로 3개 질환에 대한 새로운 치료 소재 및 한약을 개발
- **(약 대신, 부작용 없이 치료)** 기존 치료의 부작용, 거부감 등을 해소할 수 있는 대체기술로서 한의학 융복합 의료기기를 개발

* 고혈압, 약 대신 혈자리 자극으로 치료할 수 있는 작용기전 규명(KIOM & 대구한의대, '19) 

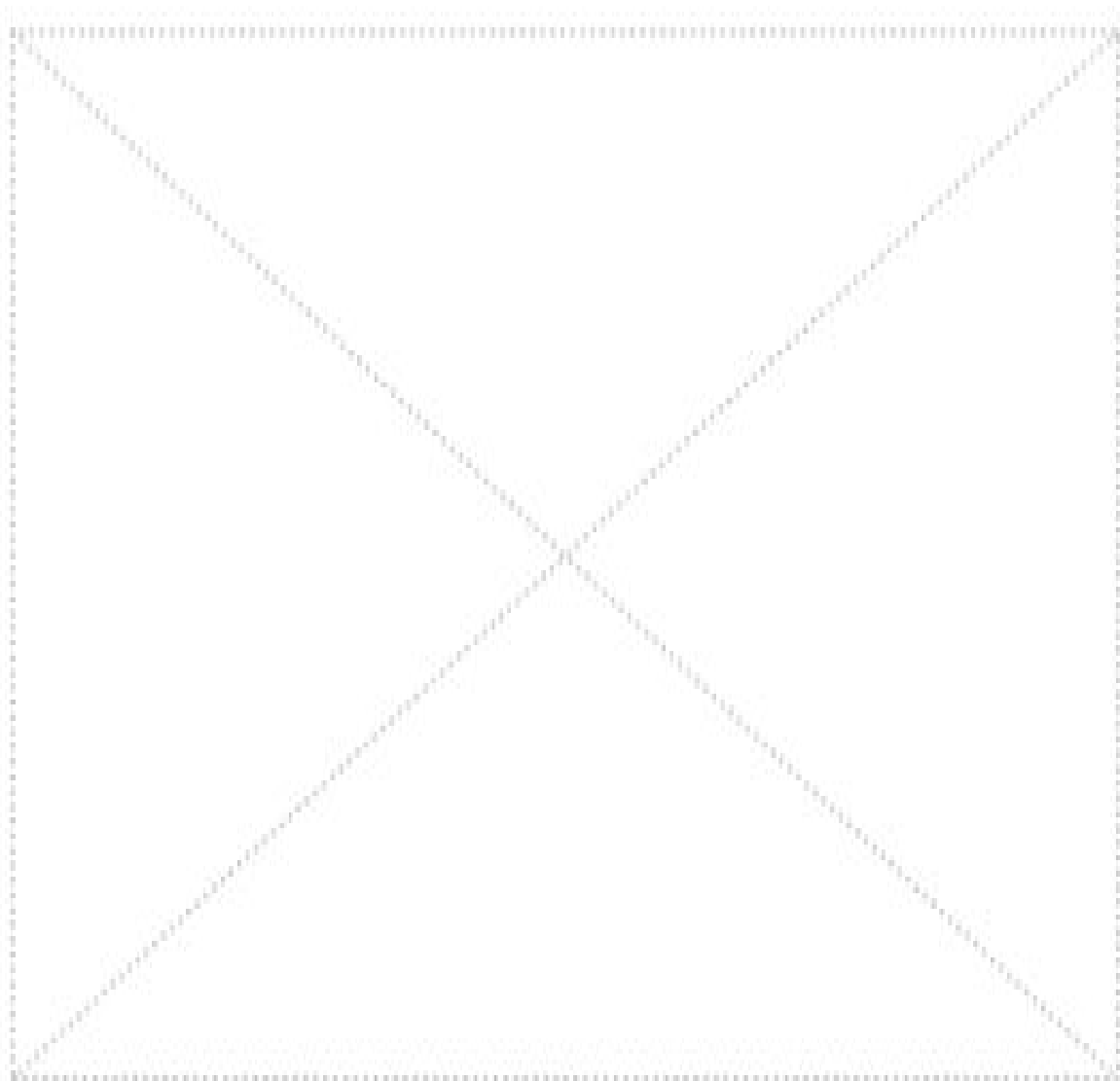
[붙임2]

- **(질병 발생 전 예방·관리)** 심신통합 및 다중 요소 기반의 한의학과 디지털 기술 간의 융합을 통해 예방·건강관리 서비스를 개발

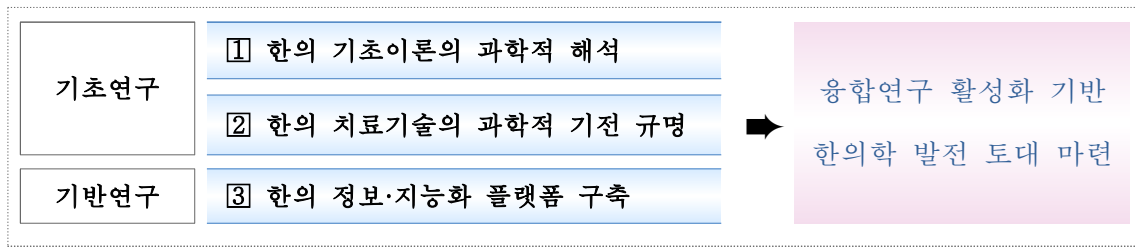
* VR, AR, MR 및 라이프로그 데이터 활용 한의 기반 디지털 트윈 건강관리기술 개발

미래융합한의학

보건의료와 사회적 현안을 해결하기 위해
전인적 관점 기반의 한의학과 다양한 지식·기술 간 융합으로
미래 기초·원천기술을 창출



□ 기초·기반연구의 전략방향



<기초·기반연구의 주요 전략 방향>

- 한의 기초이론과 진단·치료를 현대과학적으로 해석하는 기초연구
 - 한의학 기초이론(생리병리, 경혈경락, 한약 등)을 현대과학적으로 해석·규명하고, 한의 진단을 표준화하고 병증과의 관계를 과학적으로 규명
 - 한의학이 강점을 가진 질환과 미래질병(Emerging Diseases)에 대응이 가능한 한의치료기술의 과학적 기전 규명
- 융합연구에 필요한 정보를 수집·공유·활용하는 플랫폼 구축의 기반연구
 - 한약 기반의 오믹스 데이터, 경혈자극 연구 및 라이프로그 데이터 등 정보 수집
 - 연구, 임상 및 고문헌 데이터 등 한의학 관련 데이터를 통합하고 분석·활용하는 플랫폼

□ 융합연구의 전략방향

- 한의학과 최신 바이오 기술 기반의 새로운 융합 한약기술 개발
 - 바이오마커, 줄기세포, 오가노이드, 마이크로바이옴 등 바이오 기술과 융합한 융합소재·한약 및 이를 산업화하기 위한 플랫폼 기술 개발
- 약 대신, 부작용 없이 치료 가능한 한의 융복합 첨단 의료기기 및 질병 발생 전 예방·관리를 위한 디지털 헬스케어 서비스 개발
 - 심신통합적이며 다중요소 기반의 한의학과 최첨단 ICT·디지털 기술 간의 융복합을 통한 의료기기 및 디지털 헬스케어 서비스 개발



<융합연구의 주요 전략 방향>

□ 기초·기반연구의 추진전략

① 한의 기초이론의 과학적 해석

○ 한의학 기초이론의 현대과학적 해석 및 규명

- 한의학에서 제시하고 있는 생리·병리이론을 서양의학의 생리·병리 기전 또는 물리·화학 및 생물학적 접근을 통해 현대과학적으로 해석
- 경혈경락이론에 따른 인체의 다중 시스템(뇌 신경, 장기 연계) 조절 및 전달경로(말초, 혈액, 전신적)를 과학적으로 규명하고 해석
- 한약이론(군신좌사, 칠정 등)에 기반하여 다중 성분을 분석하고 효능을 정량적으로 해석할 수 있는 지표를 개발

○ 한의 진단·치료의 표준화 및 과학적 해석

- 한의 진단예측을 위한 진단지표를 과학적 물리량으로 정량화
- 한의학의 진단요소를 객관적인 물리·화학적 언어로 변환하고, 이를 통해 진단결과와 병증과의 관계를 과학적으로 규명

<추진과제(안)>

중점분야	과제명	주요 내용
한의학 기초이론의 현대과학적 해석 및 규명	◦한의 생리병리 이론의 과학화	◦특정 약물에 대해 눈과 간 연결되어 있는지에 대해 추적하여 증명하는 연구
	◦경혈경락 기반 인체 다중 시스템 조절 원리 규명	◦다중 시스템 조절 관여 뇌 신경회로 및 조절 원리 규명 ◦경혈-뇌-신경·내분비-장기 연계 조절 원리 규명
	◦경혈경락 침구자극 전달 경로 규명 연구	◦경혈경락 기반 신경학적(중추, 말초) 전달경로 규명 ◦경혈경락 기반 비신경학적(혈액전달, 전신적) 전달경로 규명
	◦멀티오믹스 기반 다빈도 한약의 약증 과학화 연구	◦한약의 다성분 프로파일링 데이터 구축 ◦AI를 통해 한의정보(칠정, 귀경)에 따른 화학적 특성 분류
	◦한의처방 구성이론(군신좌사, 칠정 등)의 과학화	◦한의처방 구성이론 기반 다성분 프로파일링 데이터 변화 분석 ◦한약 성분·생리활성과 효능 간 상관 분석으로 투약 기준 모델링
	◦한약의 인체 다중 시스템 조절원리 및 약증 규명	◦처방-다중시스템 변화 모델 개발로 다중시스템 조절원리 규명 ◦약증 분석 위한 멀티오믹스 데이터 패턴 및 바이오마커 발굴
한의진단·치료 의 표준화 및 과학적 해석	◦스마트 한의진단 및 예후 평가 기술 개발	◦영상, 액체생검을 이용하여 한의 진단 및 치료의 예후를 평가하는 기술
	◦한의 침구기술의 정량화 및 표준화	◦침구치료에 영향을 미치는 요소(자극 강도·빈도, 경혈특이성)의 생리학적 특성 규명 및 심화 연구

② 한의 치료기술의 과학적 기전 규명

○ 한의학 강점 질환에 대한 치료기술의 과학적 기전 규명

- 한의학은 오래전부터 근골격계질환 치료에 강점을 보유, 신체 전반적인 관찰과 치료 등 전신의 조화에 중점을 두고 치료

- 고혈압, 당뇨 등 만성·난치성질환에 대한 치료를 환경 호르몬, 식습관 변화 등 다양한 요인에 기반하여 접근
- 우울증, 수면장애, 약물중독, ADHD 등 정신·신경계 질환을 경혈자극을 통해 부작용 없이 예방 및 관리하고 치료

○ 미래질병(Emerging Diseases) 대응 한의치료기술의 과학적 기전 규명

- 저출산율, 고령화에 따른 난임 및 노인성질환이 미래질병으로 대두, 유전적·환경적 요인, 일상 및 체질 등 다중요소를 고려하여 치료
- 기후변화 등 환경성 질환과 감염병에 대한 대응 요구가 증가, 중국과 같은 전통의학 보유 국가는 이를 활용한 융합적 접근을 시도 중
- * 中 정부 주도로, 90% 이상의 감염병 환자가 중서의 결합치료를 제공받고 있음
- * 中 투유유 박사는 '15년 개똥쑥에서 말라리아 감염성 질환 치료 성분을 도출하여 노벨상 수상

<추진과제(안)>

중점분야	과제명	주요 내용
한의학 강점 질환에 대한 치료기술의 과학적 기전 규명	◦퇴행성 뇌질환 극복 한약치료의 효능 기전 규명	◦퇴행성 뇌질환 치료에 대한 한의학적 변증 해석·분석 ◦퇴행성 뇌질환 치료 효능의 생체 내 작용 기전 분석
	◦파킨슨병 침치료 효과의 신경과학적 기전 규명	◦경혈에서 뇌까지의 신경전달 회로 및 기전 규명 ◦뇌에서 침치료 효과를 매개하는 핵심 신경세포 규명 및 분자·회로 수준 기전 규명
	◦경혈경락 기반 난치성 피부 질환의 심신통합 조절기전 규명	◦경혈 기반 뇌·척수신경세포 활성 조절 현상 규명 ◦피부증상 개선의 분자/세포/신경회로 수준 기전 규명
	◦한약, 경혈 기반 뇌과학·멀티 오믹스 기전 규명	◦자기공명영상을 이용한 한의 치료기전 연구 ◦뇌과학 기술을 이용한 한의 치료기전 연구
	◦경혈 기반 고혈압 강하 효과 및 작용기전 규명	◦고혈압 치료 약물 부작용 및 지속적인 관리 부담 해소 ◦경혈자극을 통해 혈압 강하 효과와 작용기전 규명
미래질병 대응 한의치료기술의 과학적 기전 규명	◦난임 질환 극복 한약치료의 효능 기전 규명	◦난임치료에 대한 한의학적 변증 해석 및 분석 ◦난임치료 효능에 대한 생체 내 작용 기전 분석
	◦기후환경 변화 및 감염병 질환 대응 한약 기전 규명	◦환경성질환의 한의학적 변증 해석 및 분석 ◦환경성 질환에 대한 한약의 작용기전 시스템 구축·분석

③ 한의 정보·지능화 플랫폼 구축

○ 한의 정보 수집·공유 플랫폼 구축

- 기존의 한약 혹은 한약 성분의 오믹스 데이터를 수집·표준화하여 제공하고, 연구자들이 생성하는 새로운 오믹스 데이터까지 수집 및 공유
- 경혈자극에 대한 뇌영상 실험결과, 동물 대상의 실험 데이터(경혈자극 프로토콜, 행동실험 데이터, 전기생리학·분자생물학 데이터 등)를 수집 및 공유

- 한의 헬스케어 서비스에 기반이 되는 생활패턴, 식습관, 운동 등의 라이프로그 빅데이터를 수집하고 공유

○ 한의 지능화 활용 플랫폼 구축

- 고문헌 데이터 활용을 위한 자연어처리기술 개발 및 서비스 제공
- 연구 데이터, 임상 데이터, 문헌 데이터를 통합하고 활용할 수 있는 빅데이터 시스템 구축 및 분석·활용 알고리즘 개발

<추진과제(안)>

세부전략	과제명	주요 내용
한의 정보 수집 공유 플랫폼	◦한약재 혹은 성분의 in vitro/in vivo 오믹스 데이터 공유 플랫폼 구축	◦기존 한약재 혹은 성분의 오믹스 데이터를 일관된 방식으로 재처리하여 제공 ◦연구자들이 생산할 새로운 오믹스 데이터를 공유
	◦경혈자극에 대한 인간 뇌영상/ 동물 생리학적 실험결과 공유 플랫폼 구축	◦경혈자극에 대한 인간 뇌영상 실험결과 공유 플랫폼 ◦동물 대상의 경혈자극 실험 데이터(프로토콜, 행동실험 데이터, 전기생리학, 분자생물학 데이터) 공유
한의 지능화 활용 플랫폼	◦한의학 고전 빅데이터 활용 위한 자연어 처리기술 개발 및 서비스 제공 플랫폼 구축	◦인공지능을 이용한 한의학 고전문헌의 NER 자동화 * NER(Named Entity Recognition) : NE를 인식하는 작업, NE는 문자열 내 기관명, 인물, 장소 뿐 만 아니라 매우 폭넓은 범위와 좁은 범위의 명사 ◦한의학 고전문헌 제공 서비스 고도화 : 처방, 병명, 증상, 임상현장에서의 맥을 기준으로 제공
	◦한의학 정보 통합 및 활용 플랫폼 구축	◦기존 혹은 미래에 다양하게 생성되는 한의 융합 정보(연구, 문헌, 임상데이터)를 전체적으로 통합 ◦이를 분석하여 활용할 수 있도록 맞춤·예방의료 알고리즘을 개발

□ 융합연구의 추진전략

① 한의 바이오 융합 한약기술 개발

미래질병에 대한 “새로운 한약 치료”

한의학과 최신 바이오 기술과의 융합연구로
융합 소재·한약 및 산업화 플랫폼 기술을 개발

- ※ 복합원인 질환 해결을 바이오 기술과 한의학(다중 성분·표적 기반) 간 융합적 접근으로 시도
- ※ 국내 한의약산업 확대 및 글로벌 의약품시장 진출을 위한 약물전달 및 품질관리 기술 개발

○ 한의 바이오 융합 소재·한약 개발

- 바이오마커, 줄기세포, 마이크로바이옴, 오가노이드 등 최신 바이오 기술과 융합한 약물 스크리닝 및 융합 소재·한약 개발
- 멀티오믹스, 마이크로바이옴 등을 활용한 약물 치료 전·후 효과 검증

<추진과제(안)>

세부전략	추진과제
바이오 융합 소재·한약 기술 개발	◦융합과학을 통한 한의학적 대사성 질환 맞춤형 치료소재 개발(장내미생물조절)
	◦생물화학적 품질관리 기술이 융합된 한의약 우위 난치질환 대상 치료소재 개발
	◦오믹스/마이크로비옴 활용 한의약기반 난치성 질환 극복 기술(대사질환 치료제)
한의 바이오 산업화 플랫폼 기술 개발	◦마이크로니들을 활용한 질병 맞춤형 한방약침 개발
	◦나노 약물전달기술을 이용한 스마트 한약/천연물의약품 제형 기술 개발
	◦한약/천연물의약품의 표준화를 위한 품질관리 기술 플랫폼 구축

○ 한의 바이오 산업화 플랫폼 기술 개발

- 융합연구*를 통한 스마트 한약 및 천연물의약품 약물전달기술 개발로 경구투여방식의 약물 전달 한계(약물효과 低, 부작용 高)를 극복
- * 약물전달 나노기술(특정 장기 타겟), 패치 형태, 마이크로 니들, 약침 등
- 일반의약품에 준하는 약효 동등성과 보존기간 확보 등 품질관리 기술

② 한의 융복합 첨단 의료기기 개발

미래질병을 “약 대신, 부작용 없이 치료”

**심신통합적이고 다중요소 기반의 한의학과 최첨단 ICT기술 간
융합을 통한 첨단의료기기 원천기술 개발**

※ 질병 예방·진단·치료·관리 등의 의료영역으로 환자 대상 의료기기 사용을 위한 임상시험 승인, 의료적 중재 및 의료보험 수가 필요

○ 한의 융복합 진단기기 개발

- 개인별 차이를 모니터링하고, 질병의 경미한 정도(미병(未病) 단계)를 포착하는데 장점이 있는 한의 융복합 진단기기 개발
- * 한의-바이오 센서 기술, 한의생체정보 모니터링 및 자율 판단 AI 기술
 - 향후, 원격진료 원천기술로서 한의 원격진료 모델과 연계 가능

○ 차세대 융복합 치료기기 개발

- 비약물 중재방법으로 부작용 등의 기존 약물치료 한계를 극복하는 융복합 치료기기로 디지털치료제, 전자약 등 다양한 형태로 개발
 - 심신 뿐만 아니라 우울증, 수면장애, 약물중독, ADHD 등 정신·신경계 질환을 한의학적

접근을 통해 부작용 없이 예방·관리하고 치료

* **고혈압, 약 대신 혈자리 자극으로 치료** 가능한 기전 규명(KIOM, 대구한의대, '19), [붙임1] 참조

* 바이오 융합 한의 전자약/디지털 치료제, 생리기능 활성화, 우울증/통증 치료

- 향후, 원격진료 원천기술로서 한의 원격진료 모델과 연계 가능

<추진과제(안)>

세부전략	추진과제
한의 융복합 진단기기 개발	◦(심뇌혈관) 심뇌혈관계 질환 예방/모니터링을 위한 스마트 웨어러블 맥(脈) 와치 개발
	◦(건강이상) 건강이상을 조기에 감지할 수 있는 경락경혈 모니터링 기술(장비) 개발
	◦(우울증) 자살충동 예방을 위한 우울증 조기 감지 시스템 기술(장비) 개발 ※ 우울증 관련 경락경혈의 생체에너지 신호 측정
차세대 융복합 치료기기 개발	◦(전자약) PTSD, 포비아, 불안, 우울 등 철정상 케어 기술 개발 ※ 한의학적 철정 진단, VR 치료-경혈자극 치료 연계
	◦(전자약, 디지털치료제) 이미지 빅데이터 분석 기술을 활용한 사상체질 분류기반 한의 디지털 멘털케어 플랫폼 개발 및 상용화
	◦(전자약, 디지털치료제) 체표 자극기술 기반 생체조절 기반 비약물 의료기술 개발

③ 한의 디지털 헬스케어 서비스 개발

○ 디지털 건강관리 모니터링 기술 개발

- ICT 및 디지털 기술과 융합을 통해 일상의 다양한 개인건강정보를 수집·활용하여 개인의 주도적인 디지털 건강관리 모니터링이 가능

- VR, AR, MR 및 라이프로그 데이터를 활용한 한의 기반의 디지털 트윈 등으로 개인별 건강을 모니터링하고 지속 관리

* 개인건강정보 기반 건강예측모델(한의정보+오믹스+라이프로그+건강기록 등)

* 한의 디지털 트윈 건강관리 서비스, VR·AR·MR 활용한 한의 건강관리기술

○ 디지털 심신케어 기술 개발

- ICT 및 디지털 기술과의 융합으로 개인이 일상에서도 한의학을 통해 신체적·심리적 상호 작용을 모두 고려한 자기 주도적 심신케어가 가능

* 일반 개인을 대상으로 영양, 운동, 수면, 비만관리 등 일상영역에서 활용 가능

* 뇌과학 기반 한의 뇌건강 증진기술 개발(치매예방, 스트레스, 불안장애 등 뇌건강)

<추진과제(안)>

세부전략	추진과제
디지털 건강관리 모니터링 기술 개발	◦라이프로그 데이터 기반 퇴행성 근관절 건강 한의 디지털 트윈 기술 개발
	◦VR·AR·MR 기반 개인별 디지털 트윈 건강 예측 및 관리 모니터링
디지털 심신케어 기술 개발	◦기공 기반 퇴행성질환 예방·재활 디지털 치료기술 개발
	◦일상 심신케어(영양, 운동, 수면, 비만관리 등) 기술 개발
	◦한의 뇌건강(치매, 스트레스, 불안장애 등) 증진기술 개발

□ 투자전략

분석 기준

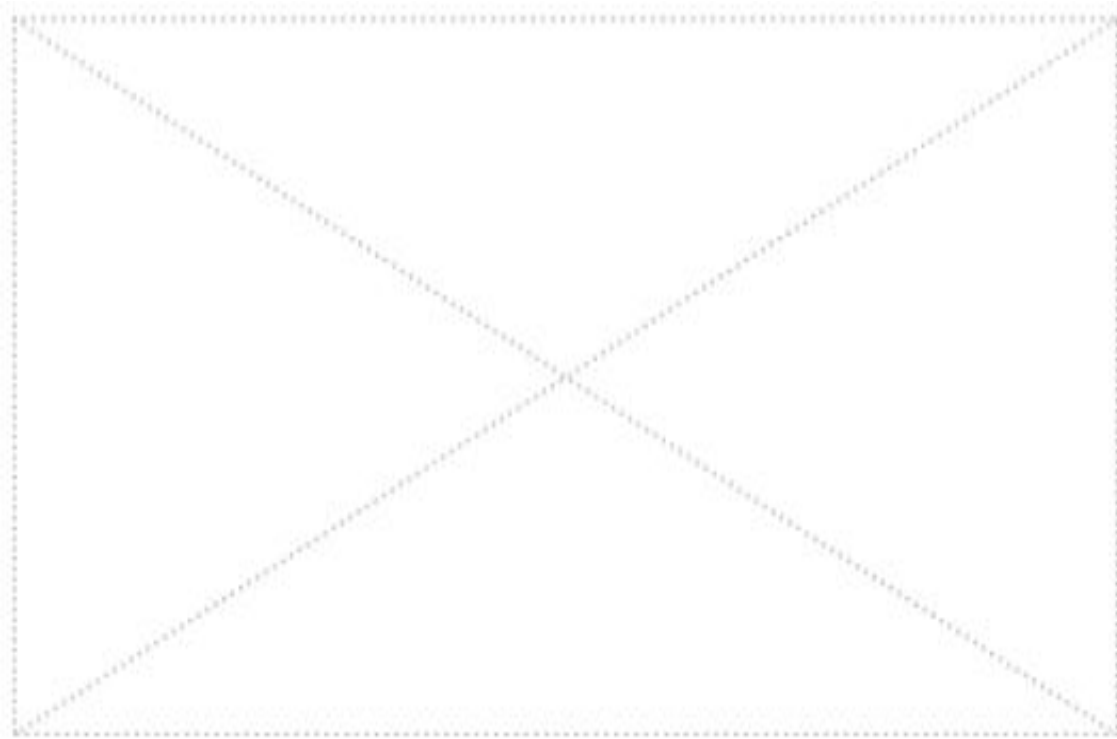
- ▶ (평가대상) 12개 세부전략에 대해 실무위원회에서 평가
- ▶ (평가기준) 「중요도 평가」와 「시급성 평가」로 구성하고, 중요도 평가는 ① 기술적 중요도 ②보건의료 이슈해결 중요도 ③경제적 중요도로 구분하여 세부항목 평가
- ▶ (평가방법) 세부전략별 4단계 등급 평가 S(10), A(8), B(6), C(4) (단, 등급별 3개씩 매칭)
- ▶ (결과분석) 중요도와 시급성을 고려하여 투자전략 도출 : 上(높음), 中(중간), 下(낮음)

○ 분석결과(투자순위/비중) : (초중기) 기초·기반연구, (중장기) 융합연구

< 투자 순위 및 비중의 전략적 확대 >

- (기초·기반연구) 초중기 투자비중을 높게 반영하여 융합연구의 체계적 지원 및 기반 구축
- (융합연구) 중장기 투자비중을 확대하여 본격적인 융합연구의 활성화 및 우수성과 창출

- (기초·기반연구) 초기에는 세부전략 ③(한의 강점질환 치료기술의 과학적 기전 규명), 세부 전략 ②(진단·치료 표준화/과학적 해석)의 투자 비중 높게 반영
- (융합연구) 중장기에는 세부전략 ⑦ (한의 바이오 융합소재·한약개발), 세부전략 ⑩ (차세대 융복합 치료기기 개발) 투자 비중 확대



□ 정책적 제언

○ 미래융합한의학을 본격화하고, 활성화시키기 위한 제도적·법적 한계 및 지원 등에 대해 관련 부처와 지속 협의 필요

- 현 제도 하에서는 한의 기초연구에 대한 투자확대를 기대하기 어렵기 때문에 관련 특별법 제정을 통해 정부지원의 토대 마련
- 천연물 의약품 조제·처방 권리 및 의료기기 사용에 대한 제한은 미래융합한의학의 한의사 참여를 저해하는 요인
- 한의학을 미래의학의 한축으로 성장시키기 위해 현재 소규모·소액과제로 추진되고 있는 한의학 기초연구에 대해 정부의 적극적인 지원 필요
- 표준 플라시보약(위약) 설정과 생산, 한의계의 자체적인 오믹스 분석역량 구축 등 신약개발에 필요한 제도와 지원 필요
- 의료, 건강정보 확보 및 활용과 관련한 개인정보 보호 이슈 해결 필요(의료·건강정보 서비스 플랫폼 등을 구축·활용하여 의료건강정보를 취득하고, 의료 소비자들로부터 동의를 얻은 후 활용하는 등)
- 미래융합한의학 성과의 현장 활용 촉진을 위한 부처 간 협의 필요

- * 의료사고 책임, 의사 진단·치료의 권위에 미치는 영향, 환자 의료정보 보호의 문제에 대해 의사·환자 모두 권익을 보호하기 위한 법규 제정·개선
- * 미래융합한의학 성과를 대상으로 포괄수가제 시범사업을 실시하여 건강보험에 진입시키는 방안 필요
- * 기존 의서에서 한약제재 적응증 근거 확보, QC 또는 GMP시설에서 생산된 한약제재는 IND 승인 없이 임상연구가 가능토록 규제 완화

- 침구분야 뿐만 아니라 다양한 과학기술 분야의 기초·원천기술 연구 역량을 지닌 융합인재 양성 필요
 - 미래융합한의학 생태계 구축에 필요한 양적 규모를 확보하기 위해 융합인재 양성 및 확보 시급
 - 미래융합한의학 R&D 참여 전문가 네트워크를 유지하고 확장시키기 위한 지원 필요

7. 기대되는 성과 (예상)

- ☐ 한의학과 ICT·바이오기술 등 다양한 분야와의 융합을 본격화할 수 있는 토대 구축을 통한 신 의료기술 창출 및 바이오·의료 산업 혁신에 기여
- ☐ 한의 기반의 다양한 융합연구 활성화와 이를 통한 건강을 증진시키는 미래융합 한의의료기술 창출, 이를 통한 국민의 건강한 삶 기대

목 차

제1장 연구기획 개요	1
제1절 연구 추진 배경 및 필요성	1
제2절 연구 방법 및 내용	3
제3절 연구 추진체계	5
제2장 미래융합한의학의 개념 정립	8
제1절 융합기술의 개념 및 유사사업 사례	8
제2절 미래융합한의학의 개념	16
제3절 미래융합한의학의 연구분야	19
제3장 국내외 환경분석	20
제1절 정책적 환경 및 전망	20
제2절 산업적 환경 및 전망	56
제3절 사회적 환경 및 전망	69
제4절 기술적 환경 및 전망	75
제5절 국내 한의학 R&D 현황 및 역량 분석	94
제6절 해외 주요기관 활동현황	99
제7절 주요 이슈 및 시사점	121
제4장 사업추진 계획	129
제1절 사업 추진방향	129
제2절 미래융합한의학 비전 및 전략 체계	140
제5장 추진전략별 주요 내용	142
제1절 (기초기반-전략1) 한의 기초이론의 과학적 해석	142
제2절 (기초기반-전략2) 한의 치료기술의 과학적 기전 규명	147
제3절 (기초기반-전략3) 한의 정보·지능화 플랫폼 구축	152
제4절 (융합연구-전략1) 한의 바이오 융합 한약기술 개발	160
제5절 (융합연구-전략2) 한의 융복합 첨단 의료기기 개발	167
제6절 (융합연구-전략3) 한의 디지털 헬스케어 서비스 개발	174
제6장 선행사업 및 유사사업과의 중복성·차별성 검토	179

제7장 미래융합한의학 발전전략 투자전략	185
제1절 평가개요	185
제2절 분석결과	187
 제8장 미래융합한의학 활성화를 위한 정책적 제언	188
제1절 법·규제	188
제2절 제도·지원사업	190
제3절 사업운영	193
제4절 기타	196
 참고문헌	198
 부 록	203
1. 기획위원회 회의자료	204
2. 실무위원회 1차 회의자료: 기획개요(기획위검토를 포함하여 재정리)	225
3. 실무위원회 1차 회의결과	247
4. 실무위원회 2차 회의결과	251
5. 실무위원회 3차 회의 주요 안건	257
6. 실무위원회 3차 회의결과	263
7. 후보연구개발과제 조사양식	270
8. 세부전략별 우선순위 평가 및 활성화방안 자문양식	272
9. 기타 회의 참고자료	273
가. 미래융합한의학 관련 해외 프로젝트 사례	273
나. 미래융합한의학 관련 키워드 분석 결과	275
다. 의료서비스·기기 기술융합 동향	277
라. 바이오 미래유망기술 동향	284
마. 보건의료데이터 플랫폼 구축관련 부처사업 현황	291
10. 연구계획서 수정·보완요구사항 반영내역	294

표 목 차

<표 1-1> 위원회 운영(안)	6
<표 1-2> 실무위원회 구성(안)	6
<표 2-1> 미국 NCCIH 10대 연구분야	10
<표 2-2> 기초·기반연구의 주요 내용	19
<표 2-3> 융합연구의 세부연구분야	19
<표 3-1> 바이오·연구개발 고도화 전략('20.11월)	22
<표 3-2> 국가치매 연구개발 중장기 추진전략('18)	23
<표 3-3> 한의학연의 2050 미래비전 및 미래상에서 나타난 미래융합의학 관련 내용	30
<표 3-4> NCCIH 연구전략(2021-2025)의 5대 목표 및 전략	32
<표 3-5> 중국 GHCS 구현을 위한 5대 변경사항	47
<표 3-6> '인터넷 + 의료/헬스케어' 발전 촉진 정책조치의 주요 내용	50
<표 3-7> 「중의약발전전략규획강요(2016-2030)」에서의 중의약 과학화 융합 발전 요약52	
<표 3-8> 한의 의료기기 주요 품목별 생산현황	67
<표 3-9> 한의 의료기기 산업의 연도별 규모	67
<표 3-10> 한의의료기기 주요 품목별 수출현황	68
<표 3-11> 한의의료기기 주요 품목별 수입현황	68
<표 3-12> 우리나라 건강수명과 기대수명 연장 추이	70
<표 3-13> 주요국 기술수준 및 연구단계 역량 평가결과	94
<표 3-14> 국내 한의학 R&D 투자 추이	95
<표 3-15> 주요국의 전통의학 R&D 투자규모 비교	96
<표 3-16> 미국 국립보완 및 통합건강센터 조직 및 세부사업	99
<표 3-17> 중국중의과학원 논문 성과	104
<표 3-18> 일본 키타사토대학교 동양의학종합연구소 부서별 주요 사업내용	113
<표 3-19> 대만 위생복지부 국가중의약연구소 부서별 주요 사업내용	116
<표 3-20> 한의학 관련 세계 주요 연구기관의 활동 현황 비교	128
<표 4-1> 미래융합한의학 발전전략의 SWOT 요인	131
<표 4-2> SWOT 분석 및 대응전략 도출	132
<표 5-1> 「한의 기초이론의 과학적 해석」(기초기반-전략1)의 중점분야 및 내용	145
<표 5-2> 「한의 치료기술의 과학적 기전 규명」(기초기반-전략2)의 중점분야 및 내용	150
<표 5-3> 「한의 정보·지능화 플랫폼 구축」(기초기반-전략3)의 중점분야 및 내용	159
<표 5-4> 「한의 바이오 융합 한약기술 개발」(융합연구-전략1)의 중점분야 및 내용	165
<표 5-5> 「한의 융복합 첨단 의료기기 개발」(융합연구-전략2)의 중점분야 및 내용	172
<표 5-6> 「한의 디지털 헬스케어 서비스 개발」(융합연구-전략3)의 중점분야 및 내용	178
<표 6-1> 차별성 검토를 위한 관련 선행·유사사업	179
<표 6-2> 선행사업과의 차별성·연계성 분석결과	184
<표 7-1> 미래융합한의학 발전전략 구성(안)	185
<표 7-2> 세부전략별 중요도 및 시급성 평가결과	187

그 립 목 차

[그림 1-1] 연구 Framework	3
[그림 1-2] 기획위원회 및 실무위원회 운영을 통한 전략과제 발굴 프로세스	5
[그림 2-1] 활용목적에 따른 융합기술 유형 분류	9
[그림 2-2] 미국 NCCIH의 전인적 건강(Whole Person Health) 개념	10
[그림 2-3] 일본 미병 연구 COI 프로젝트의 개념	14
[그림 3-1] 지능형 식물공장-바이오산업 융합 프로젝트 추진체계	24
[그림 3-2] 중국어/영어로 발표된 TCM의 SR/MA 출판물 증가 추이	46
[그림 3-3] 건강중국 2030 계획('19)의 주요 아젠다	49
[그림 3-4] 미국 18세 이상 성인의 요가와 명상 수요 추이	58
[그림 3-5] 2015-2020년 중국 인터넷 의료시장 규모 및 성장률 추이	60
[그림 3-6] 연도별·지역별 60~79세, 80세 이상 노년층 비율	63
[그림 3-7] 산업분류별 매출액 추이	65
[그림 3-8] 한의약산업 수출여부 조사결과	66
[그림 3-9] 2019년 한의약산업 수출규모	66
[그림 3-10] 우리나라 고령인구 vs 유소년 인구 변화 추이	69
[그림 3-11] 고령자의 진료비 및 본인부담 의료비	70
[그림 3-12] 한방의료 이용 실태 추이	72
[그림 3-13] 헬스케어 패러다임 진화 방향	75
[그림 3-14] 온라인 만성통증 관리(Our Whole Lives, OWL) 플랫폼 웹사이트	78
[그림 3-15] 경혈생체 전기신호 스펙트럼 특징 연구에서 사용된 장치	82
[그림 3-16] 뇌졸중 재활에서 활용되고 있는 타기술 분야	88
[그림 3-17] 한의학연의 AI 한의사 로드맵 개요	97
[그림 3-18] 중국중의과학원 조직도	103
[그림 3-19] 중국중의과학원 중약연구소 연구기관 조직도	105
[그림 3-20] 중국중의과학원 침구연구소 연구기관 조직도	107
[그림 3-21] 중국중의과학원 신식연구소 연구기관 조직도	108
[그림 3-22] 중국약용식물연구소 조직도	109
[그림 3-23] 홍콩 보건부 중의약과 조직도	111
[그림 3-24] 일본 토야마대학교 화한의학종합연구소 조직도	114
[그림 3-25] 인도 국립아유르베다연구소, 자이푸르 조직도	118
[그림 3-26] 베트남 전통의학병원 조직도	119
[그림 4-1] 사업의 주요 핵심방향 도출	133
[그림 4-2] 미래융합한의학 발전전략의 추진방향	135
[그림 4-3] 기초·기반연구의 주요 전략 방향	141
[그림 4-4] 융합연구의 주요 전략 방향	141
[그림 5-1] LINC DB 구축 사례 및 이를 활용한 신약 재창출 개요	153

[그림 5-2] HERB 데이터베이스의 현황과 전사체 데이터 구축 및 분석 예시	154
[그림 5-3] Allen brain observatory에서 제공하고 있는 데이터 예시	155
[그림 5-4] Allen brain observatory에서 제공하고 있는 Cells 데이터 예시	155
[그림 5-5] OpenNeuro 홈페이지의 메인화면	156
[그림 5-6] OpenNeuro의 MRI 데이터 검색화면	156
[그림 5-7] 中医世家의 자료 제공 사례	157
[그림 5-8] 한의학고전 DB 사용 예시	157
[그림 5-9] 승정원일기 DB 사용 예시	158
[그림 5-10] 디지털 치료제의 파이프라인과 개발현황	170
[그림 5-11] 디지털 치료제의 주요 질환 분야	171
[그림 5-12] 의료분야 활용을 위한 디지털 트윈 기술 아키텍처	176
[그림 7-1] 세부전략별 투자전략(안)	187
[그림 8-1] 연구팀 예시	193

제1장 연구기획 개요

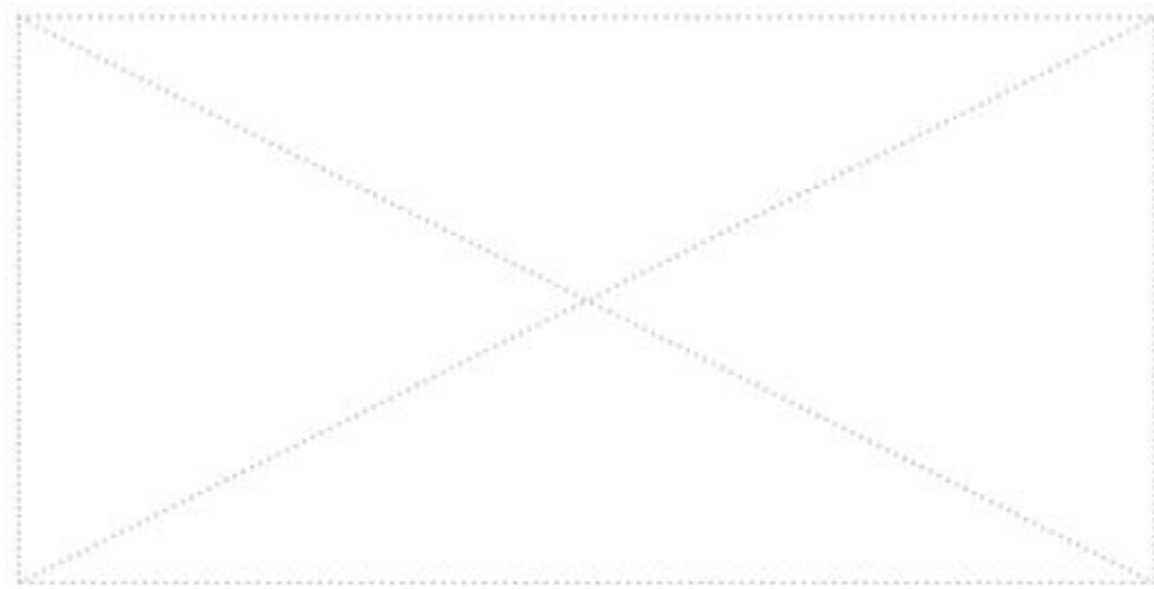
제1절 연구 추진 배경 및 필요성

- 인구 고령화의 빠른 진전에 따른 급격한 의료비 부담으로 국가재정의 악재로 작용 예상
 - 전 세계적으로 인구 고령화의 빠른 진전으로 고혈압·당뇨·치매 등 노인성 질환자가 증가하고 있으며, 이에 따라 각국의 의료 비용 상승 추세
 - 특히, 우리나라는 급격한 고령화로 인해 의료비용이 더욱 가파르게 증가할 것으로 추정되는 등 의료비 부담 문제가 국가적 현안으로 대두
 - 인구통계 발표('21)에 따르면, 65세 이상 인구가 '19년 아동을 추월한데 이어 청소년 인구도 넘어서면서 '초고령사회' 문턱까지 진입
 - 한편, 가장 최근인 2018년 기대수명은 82.7년으로 2017년과 2014년 81.8년에서 꾸준히 증가하고 있으나, 건강수명은 정체
 - ※ 건강수명은 2014년 65.2년 → 2016년 64.9년 → 2018년 64.4년으로 정체(통계청, '20)
 - 고령자 1인당 진료비는 448만 7천원, 본인부담 의료비 104만 6천원으로 점차 증가
- 주요국에서는 고령사회의 급속한 진전과 함께 건강관리 중심의 새로운 헬스케어 패러다임 변화 시도
 - 미국은 전인적 건강연구와 여러 기술의 접목으로 신체·정신·사회적 건강을 포함한 전인적 건강의 관점에서 건강관리 강조
 - 건강과 질병을 별개 분리된 상태가 아니라 다양한 요인으로 인해 각각의 상태를 향해 나아가는 방향성으로 간주하여 이러한 요인들이 건강에 미치는 메커니즘 규명 등 전인적 건강 중심의 연구방향 설정
 - 이에, 미국 NCCIH는 전인적 건강 관점의 새로운 개념을 도입한 보완대체의학 R&D 전략을 재편하여 연구 추진 중
 - 중국은 국민건강 개선을 위해 질병치료 중심에서 전국민 대상 종합 건강 중심으로 정책 및 투자 패러다임 변화, 현대과학기술 활용한 중의학 연구 장려
 - ※ 국민건강 개선을 위해 ①질병 중심 → 종합건강 중심, ②환자그룹 대상 → 전체인구 대상, ③수동형·파편화된 시스템 → 능동형·시스템형·통합형 서비스, ④치료예방 중점 → 건강관리 전방위서비스, ⑤단일 의료 위생기관 → 국가·사회·개인 공유모델의 5대 전략 제시
- 보건의료 및 사회적 현안을 해결하기 위한 새로운 시도가 필요한 시점
 - 급격한 의료비 부담과 건강관리 중심의 헬스케어 패러다임 변화에 대응하고 기존 치료방법의 이슈를 해결하기 위해 한의학과 다른 분야와의 융합을 통한 새로운 접근* 가능

* 질환부위를 직접 자극하지 않고, 반응하는 경혈부위를 활성화시켜 전체적 생체조절 가능

- 한편, 우리나라는 세계적 수준의 현대의료 체계와 오랜 전통을 가진 한의학이 있어 우리만의 차별화된 새로운 의학적 대안을 제시할 수 있는 잠재력을 보유하고 있으나, 한계도 존재
- 따라서, 융합의학의 핵심주체로서 한의학의 가치를 발전시키고 융합의학 본격화를 위한 장기적인 미래전략 필요
 - 최근 의료 분야에서 빅데이터 활용, 스마트 기기, VR 등 기술들과 통합하는 연구 여지들이 상당히 존재하며, 이러한 기술융합은 빠르게 발전하고 있어 더이상 새로운 것이 아님
 - 타분야와의 다양한 융합을 통해 융합의학의 핵심주체로서 한의학의 가치를 발전시킬 수 있는 기회를 포착할 수 있는 미래전략 필요

제2절 연구 방법 및 내용



[그림 1-1] 연구 Framework

- 국내·외 전통의학 분야 과학화 및 융합의학 동향 및 성과 분석
 - 국내·외 과학화 및 융합의학 연구 정책, 연구동향 조사
 - 기존의 미래융합의학 발전전략 분석을 통한 보완 도출
 - ※ 기존의 과기부 「한의기반 미래융합의학 육성전략」 등 분석
- 한의학의 과학화 및 융합의학 추진을 위한 미래융합의학 발전전략 수립
 - 국내·외 현황, 국내 연구개발 성과와 문제점, 기존 미래융합의학 발전 전략 분석을 통한 시사점 등을 반영한 미래융합의학의 비전 및 단기·중장기 목표 설정
 - 미국, 중국, 일본 등 해외의 전통의학분야 선진기관의 전통의학의 과학화 및 융합의학 연구 동향 및 R&D 정책 분석
 - 기존 현대의학의 현안을 극복할 수 있는 새로운 의학적 대안을 제시할 수 있는 미래융합 한의학의 비전-핵심가치 등의 미래상 정립
 - 미래융합한의학의 미래상을 실현하기 위한 구체적인 추진전략 수립
 - 중점추진 분야 검토를 통한 미래융합의학 전략체계 마련
 - 미래융합의학 발전전략의 단기·중장기 목표 달성을 위한 추진사업 도출 및 신규 사업 기획

- 정부 사업 예산의 투자 효율성 극대화 및 성과 창출을 위해 전략목표별 핵심과제 우선순위 선정
- 전략적 목표 달성 및 연구성과의 확산을 위한 효율적 실행방안 마련

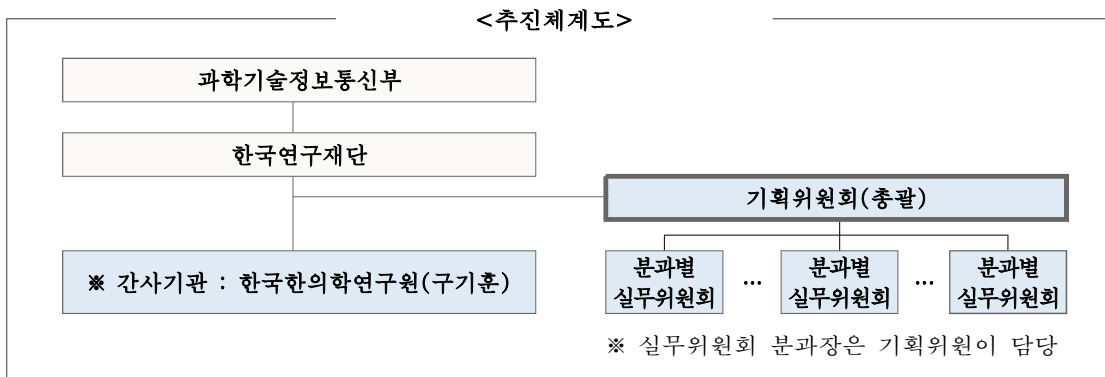
○ 미래융합한의학 활성화 방안 마련

- ICT·바이오·의학 및 한의학 간 융합연구 활성화 방안 도출
- 미래융합한의학 발전전략 추진 및 운영방안 도출
- 미래융합한의학 발전을 위한 정책 제언

제3절 연구 추진체계

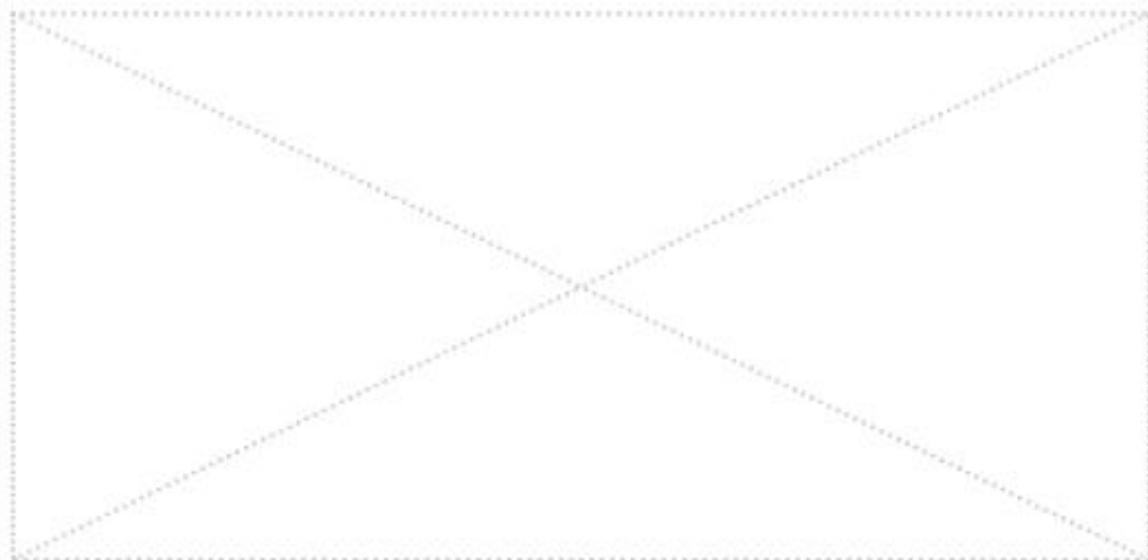
□ 과기부-연구재단 관리하에 한국한의학연구원이 기획연구 수행

- 주관부처 과학기술정보통신부는 본 과제의 발주기관이자 총괄 책임기관으로 과업에 대한 니즈 제시 및 연구결과에 대한 검토역할 수행
- 한국한의학연구원은 본 연구의 수행기관으로서 과업 수행을 총괄하며 과기부, 기획위원회 및 실무위원회의 의견수렴 등을 통해 과업 수행의 효율성 및 완성도 제고



□ 기획위원회 운영을 통한 전략과제 발굴

- 기획위원회를 통해 미래융합의학 개념 및 연구분야(안) 검토부터 발전전략 추진에 필요한 요구사항, 기술개발, 추진체계 등을 고려한 전략과제 발굴



[그림 1-2] 기획위원회 및 실무위원회 운영을 통한 전략과제 발굴 프로세스

□ 위원회 구성·운영

- 전문적인 기획 및 효율적인 전문가 활용을 위해 기획위원회와 실무위원회를 구분하여 구성·운영

<표 1-1> 위원회 운영(안)

구분	구성	운영
기획위원회	12명 (非한의계 절반수준)	한의학의 과학화와 미래융합의학 발전전략 구성, 종합계획의 완성도 제고, 실무위원회 결과에 대한 타당성 검토 및 확정
실무위원회	18명 (분야별 6명)	세부추진전략(전략목표별 실행계획 및 중장기 로드맵) 및 관련 사업기획 검토

※ 실무위원회 분야는 기획위원회 검토를 통해 선정하고, 실무위원회는 상세기획과 실무 검토가 가능한 다양한 분야의 전문가로 구성

- 산·학·연·병 전문가를 골고루 안분 배분하여 협의 추진하고, 非한의계 다수 참여를 통해 다양한 의견 수렴

□ 기획위원회

- 한의학의 과학화와 미래융합의학 관련 다양한 의견수렴과 활발한 논의 진행을 위해 非한계의 전문가를 전체 인원의 절반수준 구성
- 기획위원회 구성 인원은 다양한 분야의 오피니언 리더급으로 선정

□ 실무위원회

- 전문적인 기획·검토를 위해, 기획위원회와 별도로 분야별 워킹그룹 형태로 구성
- 분야별 6명의 내외 전문가로 구성된 분야별 실무위원회 운영

<표 1-2> 실무위원회 구성(안)

구분	관련 연구분야	전문가 구성
융합의학	융합 연구, 다학제 연구	융합연구 전문가(의과학, 뇌과학, ICT, BT, 약학 등), 한·양방 등 융합 연구 전문가
한의계	기초·임상·산업화 연구	한ый이론의 과학적 규명·분석(기전규명 등) 및 한의 진단·치료 표준화 전문가, 한의약 산업화 연구 전문가
정책	R&D 정책 및 제도 연구	R&D 정책/제도 수립 전문가, 사업 기획 수립 전문가

□ 기획위원회 리스트 : 총 12명 (융합의학 4명, 정책 3명, 한의계 5명)

구분		성명	소속	직위	산학연
융합의학 (4)	양방/의과학	김00	KAIST 의과학대학원	교수	학
	BT/약학	차00	서울대학교 약학대학	교수	학
	ICT/의료정보	김00	한국디지털헬스산업협회	이사	산
	뇌과학	선00	고려대 의과대학 해부학교실	교수	학
정책 (3)	R&D 정책/제도	정00	STEPI 신산업전략연구단	단장	연
		홍00	KISTEP 사업조정본부 생명기초사업센터	센터장	연
		조00	한국연구재단 뇌·첨단의공학단	단장	연
한의계 (5)	한양방/의과학/ 뇌과학	김00	한국한의학연구원 한의과학연구부	부장	연
	BT/약학	김00	대구한의대	교수	학
	ICT/기기/ 의공학	김00	한국한의학연구원 디지털임상연구부	부장	연
	한의학	임00	부산대 한의학전문대학원	원장	학
		박00	경희대 한의과대학 침구경락융합연구센터	교수/소장	학

□ 실무위원회 리스트 : 총 18명(3개 분과 운영, 분과별 6명 구성)

분과	구분	성명	소속	직위	산학연
1분과 (한의 디지털 헬스케어 서비스/ 한의 융복합 첨단 의료기기)	분과장	김00	한국한의학연구원 디지털임상연구부	부장	연
	간사	류00	한국한의학연구원 한의과학연구부	책임	연
	위원	반00	네오팩트	대표	산
	위원	배00	(주)메디플러스솔루션	대표	산
	위원	이00	대구한의대	교수	학
	위원	최00	건국대 바이오메디컬 공학과	교수	학
2분과 (바이오 융합 한약기술)	분과장	김00	한국한의학연구원 한의과학연구부	부장	연
	간사	김00	한국한의학연구원 한의약융합연구부	책임	연
	위원	선0	고려대 의과대학 해부학교실	교수	학
	위원	이00	헬릭스미스	팀장	산
	위원	김00	한국뇌연구원 신경생화학	Lab Head	연
	위원	남00	한국식품연구원 헬스케어연구단 (전 장내미생물연구단장)	박사	연
3분과 (기초·기반연구)	분과장	박00	경희대 한의과대학 침구경락 융합연구센터	교수/소장	학
	간사	정00	한국한의학연구원 한의과학연구부	책임	연
	위원	유00	한국한의학연구원 한의약융합연구부	선임	연
	위원	김00	가천대 의대	교수	학
	위원	남00	KIST 뇌과학연구소 NeuroScience	선임	연
	위원	오00	경희대 약학대학 한약학과	교수	학

※ 전략체계와 세부내용과의 연계성을 위해 실무위원회 분과장은 기획위원이 담당

제2장 미래융합한의학의 개념 정립

제1절 융합기술의 개념 및 유사사업 사례

1. 융합기술 개념 변화 추이

□ 미래사회의 경제·사회적 다양한 수요를 충족시키기 위해 기술과 문화 등 창조성 및 혁신을 강조하는 융합 개념으로 변천

○ 미국 전략보고서¹⁾, 융합기술을 나노기술, 바이오기술, 정보기술, 인지과학의 기술간 혹은 기술 내 결합(NBIC)으로 다음과 같이 정의

－ ① 나노과학/기술, ② 유전공학을 포함한 바이오기술 및 바이오의료, ③ advanced computing과 통신기술을 포함하는 정보기술, ④ 인지신경과학을 포함하는 인지과학 관련 기술의 결합 또는 수렴으로 시너지 효과를 내는 것

○ 미국의 융합기술에 대한 개념은 다음과 같이 1단계 나노기술 중심, 2단계 NBIC, 3단계 CKTS로 확대·변화²⁾

－ 1단계 (나노기술) : 개별적으로 발전해왔던 여러 분야(화학, 물리, 재료, 전자공학, 생물)들이 나노영역으로 수렴

－ 2단계 (NBIC) : Nano - Bio - IT - Cognitive Science를 융합하여 인체 기능 증강

－ 3단계 (CKTS; Convergence in Knowledge, Technology and Society) : 인간의 기본 활동 사항인 지식, 기술, 인간의 행위 및 사회를 통합하여 사회적 가치 창출 및 니즈 해결에 초점을 맞춘 융합으로 개별적인 발전으로는 불가능한 문제들에 대한 해결 방안과 지구와 인류에 직접적인 수혜를 가져오는 새로운 역량, 기술 및 제품 창출

<미국 융합기술 CKTS(2013)를 위한 핵심 R&D 영역>

- 인지 기술, 인간의 건강유지 기술 및 인체 증강 기술
- 분산 및 연계된 NBIC 제조기술
- 바이오 의료 중심의 융합기술
- 생산성 증대, 인간 보조 로봇, BMI³⁾(보철 포함), 인지 컴퓨터(뇌 모방칩) 및 뇌 지도 등을 통한 인간의 잠재력 확대
- 인간 사회와 지구 시스템에 광범위하게 적용할 수 있는 지속가능성장 기술
- 창조성 및 이노베이션을 고무시키는 교육 및 응용할 제품의 부가가치를 결정하는 분석방법 교육

자료 : M.C Roco, et al(2013)

1) 「Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science」 (2002)

2) M.C Roco, et al, Convergence of Knowledge, Technology, and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies, 2013

3) Brain Machine Interface : 생각에 의해서 발생한 뇌신경신호를 검출하여 컴퓨터로 분석하고 분석결

□ 우리나라의 융합기술 개념은 미국 융합기술 개념의 2단계까지 유사하게 언급되고 있으나, 융합기술을 통한 사회문제 해결 요구가 이미 확대되고 있어 더욱 확장된 개념 필요

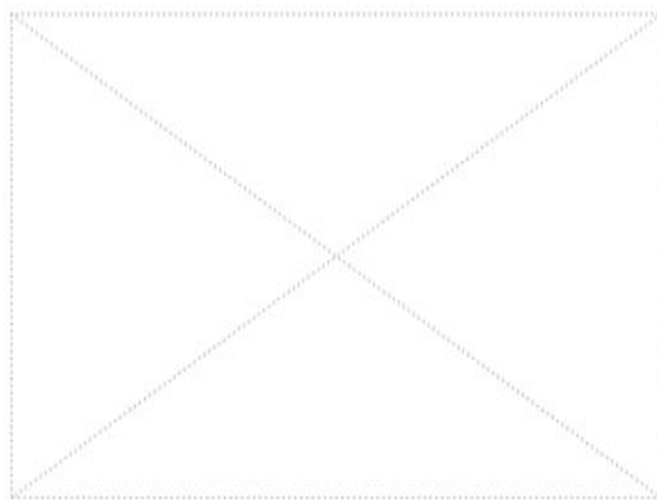
○ 국가융합기술발전기본방침('07.4), 이종기술 간 결합이라는 협소한 개념으로 시작

－ (정의) NT, BT, IT 등의 첨단 신기술간 상승적 결합을 통해 미래 사회 및 국가 공통의 목표달성을 위한 과학기술적 한계를 극복함으로써 경제와 사회의 변화를 주도하는 기술

○ 국가융합기술발전 기본계획('09~'13)⁴⁾, 기술의 결합과 경제·사회적 수요를 해결하기 위한 학문 및 산업 결합까지 포함

－ (정의) NT, BT, IT 등의 신기술간 또는 이들과 기존 산업·학문간의 상승적인 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으로써 미래의 경제와 사회·문화의 변화를 주도하는 기술

－ (유형) 활용목적별 분류는 기술간 융합을 통해 미래수요 충족을 위한 융합 신기술 및 신산업을 창출하는 총 3개 분야인 **원천기술창조형, 신산업 창출형, 산업고도화형**으로 대별



자료 : 국가과학기술위원회, 국가융합기술발전기본계획'09~'13)(안), 2008

[그림 2-1] 활용목적에 따른 융합기술 유형 분류

○ 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략('14~'18), 기존 NT, BT, IT의 핵심영역에 인지 과학분야 추가

－ (정의) 나노(NT), 바이오(BT), 정보통신(IT), 인지과학(CS) 기술간의 융합, NBIC 기술과 기존 산업·학문간 융합을 통해 창출되는 새로운 기술

○ 우리나라는 위의 2단계 융합기술과 유사하게 정의하고 있으나, 3단계의 CKTS와 같이 융합기술이 사회문제 해결에 기여하기 위해 과학기술 뿐만 아니라 모든 가능한 분야를 융합하는 형태로 개념 확대 예상

과를 외부기계 로봇, 컴퓨터 등에 명령어로 전달하여 생각한 대로 로봇 등이 움직이게 하는 기술(

4) 국가과학기술위원회, 국가융합기술발전기본계획(09-13)(안), 2008

2. 미래융합의학 관련 개념 및 연구분야 사례 : 미국 NCCIH(국립보완통합의학원)의 전인적 건강(Whole Person Health) 개념 및 연구

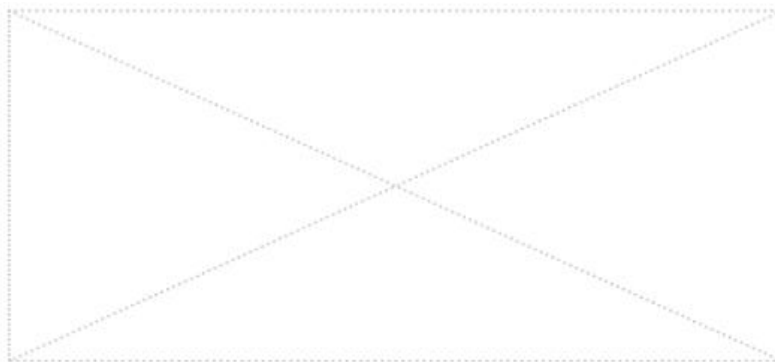
□ 전인적 건강 관점으로 보완대체의학 R&D 전략을 수립하여 연구 추진

○ 전인적 건강(Whole Person Health)은 사람의 건강을 단순히 장기 혹은 신체시스템의 집합으로 보는 것이 아니라 다양한 요인*이 상호연관되어 있는 것으로 보는 관점

* 생물학적(Biological), 행동적(Behavioral), 사회적(Social), 환경적(Environmental) 영역이 상호연관되어(interconnected) 특정 질환을 다루는 것이 아닌 심신(心身: Mind&Body)통합적 관점에서 사람의 건강을 다룸

－ 건강과 질병은 별개 분리된 상태가 아니라 다양한 요인으로 인해 각각의 상태를 향해 나아가는 방향성*으로 간주

* 생물학적 장애, 불균형 식사, 만성 스트레스, 수면장애, 사회 환경 등은 개인의 신체 시스템이 질병 상태로 나아가는 방향성을 만들며, 건강한 라이프스타일, 행동 치료 등은 다시 건강 상태로 되돌아가는 방향성을 생성



자료 : NCCIH 홈페이지

[그림 2-2] 미국 NCCIH의 전인적 건강(Whole Person Health) 개념

○ 신체·정신·사회적 건강을 포함한 전인적 건강의 관점에서 건강관리 강조

－ 개인의 경제활동이나 소득수준에 따른 건강불평등이 심각한 사회적 문제로 대두

－ 단순히 질병 치료나 예방이 아닌 삶의 의미를 찾고 정신적 안정을 찾는 전인적 진단 및 해법을 통해 취약계층의 건강불평등 문제 해소하는 시스템 마련 필요

□ 미국 NCCIH, 연구전략계획(2021-2025)에서 전인적 건강 연구의 통합적 접근방법부터 다중요소 중개를 연구하는 방법론 개발 등을 포함한 10대 연구분야 선정

<표 2-1> 미국 NCCIH 10대 연구분야

10대 연구	연구 주요 내용	연구특징 및 주요 이슈
전인적 건강	■ 다중시스템 연구를 위한 사전 데이터를 구축하기 위해	■ 기존 단일 시스템에서 개

10대 연구	연구 주요 내용	연구특징 및 주요 이슈
	부차적인 결과로 현재 진행 중인 연구프로젝트에 추가적인 시스템 아웃컴 측정 포함 ■ 단일 요소 중개의 성공을 기반으로 다중 요소 중개 연구 및 테스트 확대 ■ 다중시스템 결과의 측정/복합측정지표를 개발하고 검증하기 위한 연구 지원 ■ 임상에서 재현가능하고 검증가능한 프로토콜화된 다중치료 중개연구	인의 건강에 미치는 여러 시스템을 통합한 중개연구 및 검증 ■ <u>다중시스템 대상</u> ■ <u>시스템 생물학 적용</u> ■ <u>과학화/표준화</u>
내수용감각 (interoception) 연구	■ 보완통합의학의 중요한 메커니즘 분석을 위한 기초적인 내수용감각적 경로 연구 수행 ■ 통증, 심혈관질환, 소화기질환 관련 내수용감각적 과정 메커니즘 규명 ■ 인간/동물모델에서 내수용감각 분석방법 개발 ■ 뇌-장기 상호작용, 뇌-심혈관/면역, 뇌-내분비 경로 (신경, 비신경 경로 모두 포함)와 관련된 내수용감각 관련 천연물 연구 ■ 뇌-호흡(명상), 뇌-근골격(침술/도수, 운동기반 요법), 뇌-심혈관, 뇌-내분비, 미주신경/척수 경로 등 심신연구	■ 질환 관련 내수용감각 분석 ■ <u>기초/기전연구, 전임상/임상 모두 포함</u> ■ <u>약물작용 연구 등 천연물 개발 포함</u> ■ <u>뇌과학, 면역체계 등 주로 양방과의 융합</u>
전주기 건강회복, 질병 예방 및 평생 건강 증진	■ 취약집단을 대상으로 생애 전주기에 걸친 건강회복, 회복력, 질병 예방 및 건강 증진을 위해 보완통합적 다중요소 중재에 대한 기초연구와 중개연구 ■ 실시간 개입 및 결과를 제공하고 측정하기 위해 활용할 수 있는 혁신적인 기술(스마트폰 앱, 웨어러블 모니터링 기기 등)	■ <u>다중요소 중재를 통한 건강개선 평가, 바이오마커 발굴</u> ■ <u>디지털 기술 융합</u> ■ <u>취약집단 우선지원</u> ■ <u>전인적 건강 개념 접근</u>
구현과학*1 연구	■ 영양학적, 심리적, 신체적 중재(개입)를 위한 구현과학 프레임워크 적용의 차이 분석 ■ 다양한 환경에서 증거기반의 보완통합의학 중재 적용과 범위 확대를 구현과학 프레임워크 채택에 대한 연구 등	■ <u>실험실기반 연구와 임상시험 간 갭을 메꾸기 위한 연구</u> ■ <u>모바일 디바이스 등을 통한 빅데이터 활용</u>
통증관리 연구	■ 통증관리에 있어서 보완통합적 방법에 대한 제반연구 - 보완통합적 접근방법이 만성통증 상태와 관련된 여러 생물학적 시스템(뇌-장기-마이크로바이옴, 근막조직-뇌 등)에 미치는 영향에 대한 이해 - 소수자, 소외집단 등을 포함한 특정 집단의 통증관리에 대한 보완통합의학 중재에 기반이 되는 행동, 심리학적, 사회적, 생리학적 메커니즘 연구 등	■ <u>기초·기전 연구, 바이오마커, 임상연구로 구분하여 연구 설정</u> ■ <u>취약집단 대상</u> ■ <u>다중요소 고려</u> ■ <u>전인적 건강 개념 접근</u>
영양학적 개입과 상호작용의 복잡성	■ 영양학적 중재를 통한 상호작용 연구를 식물 (botanicals), 파이토케미컬(phytochemical)*2, 프로바이오틱스, 방법 개발로 구분하여 연구 설정 ■ 방법개발에는 복잡한 영양학적 중재에 대한 측정모델 개발 및 검증, 예후/진단시스템 개발 내용 포함	■ <u>영양학적 성분이 여러 생물학적 시스템에 미치는 영향에 대한 연구</u> ■ <u>ICT(바이오센서, AI) 융합 의료기기 개발 포함</u> ■ <u>시스템 생물학, 디지털 기술 등 적용</u>
연구역량 강화	■ 동 계획의 연구주제에 상응하는 인재양성	■ <u>융복합 인재양성을 위한 교육 지원</u>

10대 연구	연구 주요 내용	연구특징 및 주요 이슈
	■ 생물의학, 임상연구, 행동과학, 사회과학 연구자 참여 장려 ■ 학제간 팀 교차교육 및 개발 지원을 위한 기관차원의 학제간 협력 지원 ■ 기초연구, 기전연구, 중개연구, 임상연구 등 모든 경력 단계와 천연제품, 심신 임상 또는 다중 요소접근 연구에 대한 교육 포함	■ <u>다학제 팀 결성을 위한 지원</u>
심신통합적 접근에 대한 메커니즘과 바이오마커	■ 혁신적인 인간세포 시스템 또는 장기시스템, 심신 통합적 접근과 관련된 메커니즘 발굴을 위해 유전자 변형 또는 전임상 동물모델개발 및 활용 ■ 다중 시스템 효과(신체, 심리적 시스템) 또는 다중 요소 개입(요소, 마사지 등)의 효과에 대한 메커니즘 규명 ■ 기존 의학적 접근(약리학적 또는 외과적 개입)과 결합된 심신 통합적 중재의 효과 분석 ■ 심신 통합적 중재에 대한 치료효능을 예측하는 바이오마커 발굴 및 검증 등	■ 생리학적 시스템, 기관, 조직을 포함하고 심신통합 중재를 다룬 연구 ■ <u>유전체학, 뇌과학, 줄기세포, 시스템 생물학, 뉴로이미징, 예측 모델링 등 신기술적용은 개방되어 있고 한정되지 않음</u>
임상시험 지원	■ (중재 이행 및 개발) 특정 의미와 기능이 있는 생물학적 시그니처에 대한 제품 영향을 재현할 수 있는지 평가하기 위해 프로바이오틱스를 포함한 천연제품 임상시험 지원 ■ (중재 개선 및 타당성 테스트) 여러 현장에서 중개가 가능함을 입증하기 위한 시범연구 ■ (중재 검증) 영양학적 개입이 생물학적 시그니처에 대한 재현가능한 영향력을 미친다고 사전 데이터가 입증할 경우, 무작위 배분 임상시험 지원 등	■ 임상시험을 개입의 이행 및 개발, 개선 및 타당성 테스트, 검증, 보급 및 구현 연구로 세분화하여 구체적인 연구설정 ■ NCCIH는 <u>임상진료 지침 및 의료정책 근거 제공, 임상시험 수행을 통한 사전데이터 제공이라는 임상시험 연구에 대한 명확한 목적을 설정, 이와 관련된 연구 지원</u>
홍보 전략 및 방법	■ 정부 파트너기관과 협력하여 건강과학에 대한 소비자의 이해를 제고하고 인터넷, 대중매체, 광고의 잘못된 정보를 고치기 위해 지속적 노력 ■ 다양한 플랫폼과 다양한 대중이 이해하기 쉬운 자료 개발 및 평가 ■ 영향력 있는 이해관계자를 대상으로 한 직접적인 홍보를 통해 일반대중의 자료 활용 촉진	■ 국내 대응에서도 한의학 인식제고를 위한 방법으로 검토 가능

*1. 구현과학 : 국내에서는 구현과학 또는 실현과학이라고 부름. 연구를 통해 알게 된 지식(research discoveries)을 예방 및 관리 중재를 통해 환자나 일반인에게 적용함으로써 이행 또는 실행을 통해 보다 나은 성과를 창출하는 과학적 접근법으로, 혁신적인 연구성적을 연구단계에만 머무르게 하지 않고 혜택을 볼 수 있는 일반 국민들에게 적절히 전달하는 것이 목적임

*2. 파이토케미컬 : 식물유래 영양소가 아닌 화학물질로 인체에 다양한 생리활성을 나타내 건강을 증진시켜 주는 화합물

3. 미래융합한의학 관련 해외 연구프로젝트 사례

□ 미국 NCCIH, Bridge2AI 프로그램의 AI 활용한 보완통합의학의 전인적 건강연구

- 전인적 건강에 대한 이해를 심화하기 위해 NCCIH의 Emmeline Edwards 연구팀이 개인이 덜 건강한 상태에서 건강한 상태로 이전되는 과정인 salutogenesis의 메커니즘을 규명하는 연구 추진
 - Bridge2AI 프로그램(NIH)은 의생명 분야의 AI와 ML 연구를 지원하기 위한 프로그램으로, 건강 및 의료 관련 데이터셋 구축과 이를 활용한 건강문제 해결을 목적으로 하며, 다학제팀을 구성하는 것이 필수조건임
- AI를 통해 사회적/심리적 생리학적 시스템 전반에서 수집한 방대한 데이터(유전자, 조직검사, 전인적 데이터 포함)에서 복잡한 패턴을 찾아내고자 함
- 참여기관은 National Library of Medicine, National Eye Institute, National Human Genome Research Institute, National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering

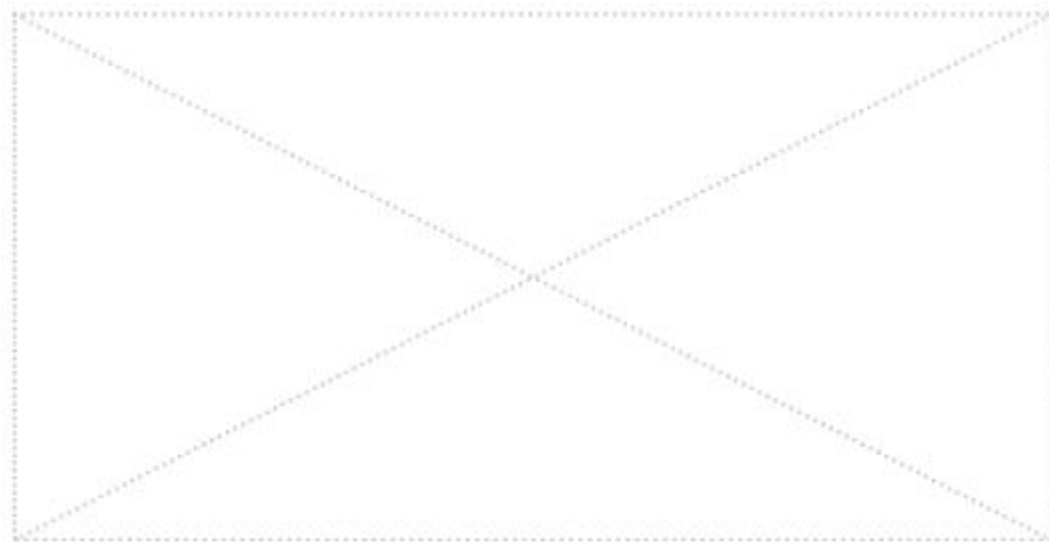
□ 중국, 첨단 IT 기술을 결합한 “증거기반 중의학 연구”프로젝트(’19~)

- 증거기반 중의학 연구 강화 및 고품질 개발을 촉진하기 위해 첨단 IT 기술을 적용한“증거기반 중의학 연구(Evidence-based Traditional Chinese Medicine Research)”프로젝트를 ’19년부터 추진
 - 증거기반 중의학의 코로나 19 치료 성공을 통해 자신감이 붙은 중국은 “관상동맥 폐렴 관련 전염병 예방/관리에 있어서 중의학의 역할 더욱 강화
- 그간 인정받은 효능평가 연구보다 임상연구에 대한 양질의 근거 제시가 시급히 개선되어야 한다는 문제를 해결하기 위해 중의학에서 근거기반 의학 연구를 더욱 강화하고 임상연구 방향 제시
- 21년 4월 연구보고에 따르면, 첨단 IT 기술 적용을 통해 폐렴 및 독감에 대한 증거기반 평가지표 리스트 발표
 - 증거기반시스템(EVDS)에는 80,000개 이상의 무작위 대조시험 결과와 1,700개 이상의 중국 특허 의약품(중의약 주사제 포함) 4,000개 이상의 리뷰 포함
 - 최근, EVDS 근거 점수와 전문가 합의를 기반으로 100개 이상의 제품 중 근거 기반이 뛰어난 의약품 선택

□ 일본 미병 연구 COI STREAM(혁신적 이노베이션 창출 프로그램)

- 현대의학의 관점에서 미병제어시스템을 규명하고, 대규모 임상데이터를 기반으로 ICT를 이용한 진단방법(컴포독크), 캠포 헬스 어드바이저를 확립하여 새로운 21세기형 의료시스

템 제안을 목적으로 함



자료 : <https://www.kitasato-u.ac.jp/toui-ken/kampo/>

[그림 2-3] 일본 미병 연구 COI 프로젝트의 개념

- 문부과학성 및 과학기술진흥기구(JST)가 지원하는 프로그램으로, 「저출산고령화 선진국으로서의 지속성 확보」 비전하에 “미병을 검지하고 질병을 예방하는 사회”를 목표로 연구개발 추진
 - ※ COI STREAM의 개념은 “10년후 어떻게 사람들이 변하는지”, “사회가 변하는지”, 지향하는 사회, 즉 비전 주도의 연구개발 프로그램임
- 키타사토대학을 중심으로 치바대학, 지치의과대학, 토카이대학, 토야마대학, 후쿠시마현립의과대학 참여
- 또한, 미병치료제로서 안전하고 고품질의 일본형 생약생산에 대해서도 생약물질평가체제를 구축하는 내용도 포함
- 연구과제는 다음과 같이 구성되어 있음
 - (과제 1) ICT를 이용한 한방미병제어시스템 확립과 보급
 - 캄포 플랫폼으로서 진단의 표준화를 위해 캄포진단 로직 형식지화 및 캄포진료법 표준화 추진
 - 키타사토대학을 중심으로 치바대학, 지치의과대학, 토카이대학, 토야마대학, 후쿠시마현립의과대학이 함께 캄포진료 표준화 프로젝트팀을 결성하여 캄포진단 로직 형식지화, 캄포진료법 표준화 추진
 - 각 기관의 사용빈도, 냉열/허실/육병위/기혈수/일부오장론 등을 기준으로 표준화 대상 33개 처방 선정, 키타사토대학에서 사용하고 있는 진단항목을 토대로 진단항목 선정,

설진/맥진/복진에 대한 소견항목 논의 후 판단기준 명문화

- 표준화 대상 33개 처방에 대해 참여기관의 구성 생약량의 비교표를 작성하고, 연구수행에 있어서 동일 캄포방제로 인정되는 생약량과 가미 및 가감 범위를 정함

※ 경험이 풍부한 캄포의의 노하우 정리와 진료데이터 수집을 통해 과학적 근거를 토대로 캄포진단 논리 구축(형식지화)

-(과제 2) 생약 품질 시각화와 품질 평가기술 개발

- 생약의 품질평가 관련 경험지식을 객관화·수치화하여 비교적 단시간에 간편한 방법으로 재현성이 높은 생약 품질보증체계를 확립하는 것을 목적으로 함
- 현재, 범용 33개 처방배합 생약 46품목을 대상으로 국립의약품식품위생연구소, 의료기반/건강/영양연구소, 도교생약협회 등 다양한 기관과 기업 지원 하에 추진

-(과제 3) 현대 의학적 관점에서 본 한방의학적 미병제어 규명

- 현대의학적 관점에서 구축한 미병을 파악할 수 있는 마우스 모델을 이용하여 캄포약 미병제어, 미병의 핫카이도산 “시소”의 유용성 연구 추진

제2절 미래융합한의학의 개념

1. 한의학의 특징 및 장단점

□ 심신을 통합하여 접근하는 전인적 관점 및 다중요소에 기반

○ (전인적 접근) 신체 전체 뿐만 아니라 정신을 함께 아우르는 접근

- 신체와 정신을 함께 고려하는 한의학의 정기신(精氣神) 이론과 개인의 체질과 성향에 따른 사상의학의 인성론적 인체관

○ (근본치료) 전인적 접근을 통해, 질병의 근본원인을 찾아내는데 중점

- 한의학은 신체 전체를 살펴 병증의 근본 원인을 치료하고, 신체의 균형을 맞춰 건강을 회복 및 유지

○ (복합치료) 다중요소(MC·MT) 기반 약물 치료(한약, 식치)과 비약물(침구, 뜸, 부항, 추나 등)을 결합한 복합치료

- 다중요소(MC·MT*) 기반 한의약 치료는 단일표적, 단독치료로 부족했던 복합원인 질환 치료에 효과적

* MCMT 기반 한약치료 + 비약물 치료기법(침구, 경혈자극 전자약 등) 개발 가능

□ 부작용이 적은 최소침습적 치료이며, 개인맞춤·예방에 장점

○ (최소 침습적) 한의학은 약물 부작용 및 수술후 부작용을 최소화할 수 있는 비침습적·최소침습적 치료법 및 도구에 대한 오랜 기간의 임상효과 축적

※ 침구 치료, 부항, 뜸, 추나 등 통증치료 및 재활, 오래기간 복용시 부담이 되는 약물 투여 없이 비약물 치료를 통한 심리치료 등

○ (개인맞춤) 개인의 특성과 체질을 고려한 개인 맞춤 의료에 적합

- 표준화된 치료는 개인조건을 고려하기에 제한적인 반면, 한의학은 사상체질과 같이 개인의 특성과 체질을 고려한 진단·치료

○ (예방의학) 건강상태·면역력의 항상성 유지에 강점

- 질병 발생 후 치료 중심의 서양의학에 비해 한의학은 질병 발생 전·후 건강상태 및 면역력의 항상성을 유지·관리하는데 중점

※ 신종 감염병 유행시대에는 내적 생명력을 기르고, 생리적 조절을 균형있게 하여 질병에 대한 저항력과 면역력을 강화 중요성이 대두

○ (저비용) 고가의 진단·치료기기를 활용하지 않고도 저비용으로 치료 및 건강관리가 가능하여 의료비 경감 및 의료격차 해소에 기여 가능

- 한의학은 해부, 실험 분석이 아닌 개인의 생리현상을 관찰하여 질병 발생 전 일상생활에서 건강상태 관리 및 질환 예방 가능

□ 보건의료 및 사회적 현안을 해결할 수 있는 잠재력 보유, 융합을 통한 효율적·효과적 접근 가능

○ 심신 통합적 접근과 환경적 요인을 종합적으로 고려하는 한의학은 사회구조·환경 및 라이프 스타일에 따른 질환 해소 가능성을 보유

- 스트레스, 우울증, 불면증 등 정신질환 치료제에 대한 장기복용
- 초고령화 시대, 여러 장기 기능 저하와 함께 노화과정의 더해져 날로 심각해지는 노인성질환을 건강·체질을 고려한 관리기술로 해소

○ 다중요소 기반의 한의학은 기존 치료방법의 이슈를 해결하기 위한 새로운 접근 가능

- 단일표적, 단일원인·치료 중심에 따라 복합원인 질환의 치료효과 미비
- 질환부위를 직접 자극하지 않고, 상응하는 경혈부위를 활성화시켜 전체적 생체조절 가능

○ 한의학 단독보다는 첨단기술과 같은 다양한 분야와의 융합에 적합하며, 이를 통해 상기 이슈에 대한 효율적·효과적인 접근 가능

- 한의약 임상효과가 오랫동안 입증되어, 융합 핵심 원천기술로 적합
 - ※ 침·뜸치료 임상효과로 오랫동안 입증되어온 경혈자극은 헬스케어 핵심 융합원천기술로 활용 예상
- 전체적 생체조절을 하는 한의학으로 새로운 형태의 융합기술 개발 가능
 - ※ 뜸치료는 경혈부위에 온열 및 화학자극을 통해 치료하므로 새로운 형태의 헬스케어 기술 창출 가능

2. 미래융합한의학의 정의

□ (설정 방향) 신체 전반의 진단·치료에 특징을 지닌 전인적 관점의 한의학 기반 융합의학 기술

○ 질병 발생 전·후를 포함하는 생애 전주기 건강관리를 위해서는 신체뿐만 아니라 정신까지 아우르는 전인적(Whole Person) 관점의 접근 필요

- 증상치료보다는 심신의 균형을 회복·유지하는 치료 접근을 통해 정신건강 및 라이프스타일에 기인한 질환의 근본치료가 가능

※ 뇌-신체-정신 등의 상관관계 규명과 이를 활용한 신 치료기술 개발, 부작용이 없고 안전한 디지털 침단치료 기술(경혈경락 이론에 기반한 비침습적 전자약 개발 등)

- 다중표적치료와 다중 요인을 고려한 복합치료로 단일표적, 단독치료로 부족했던 복합원인 질환 치료 가능

※ MCMT 기반 한약치료, MCMT 기반 한약치료+비약물 치료기법(침구, 경혈자극 전자약 등)

- 건강회복과 건강을 유지하는 다양한 요소와 신체의 생리학적 다중체계를 고려하여 약물복용 및 수술 후 부작용 최소화 가능

- 여러 장기 기능 저하와 함께 노화 과정이 더해 가는 노년층 문제를 개인 일상 및 신체의 멀티 생물학적 시스템까지 고려한 치료로 해결 가능

※ 개인 건강·체질을 고려한 일상건강관리기술

- 또한, 사회·경제적 비용 등의 부담이 적은 기술을 개발하여 초고령화 시대에 심화될 의료격차 해소할 수 있는 접근 필요

○ 한의학은 신체 전반을 아우르며 질병의 근본원인을 찾아내는데 중점

- 서양의학의 국소적 치료와는 달리 신체 전체를 살펴 병증의 근본 원인을 찾아내 신체 전체의 균형을 맞춰 회복시키는데 중점

- 해부, 실험·분석이 아닌 자연적 생체현상을 관찰하여 질병 판별 및 치료

- 같은 질병이더라도 환자의 체질과 주변상황을 함께 고려하여 치료

- 여러 증상에도 약재 하나로 대응(MC·MT 기반 한약 치료)

□ 미래융합한의학 정의

보건의료와 사회적 현안을 해결하기 위해

전인적 관점 기반의 한의학과 다양한 지식·기술 간 융합으로 미래 기초·원천기술 창출

○ 한의학 특징과 타분야 융합을 통해 보건의료 및 사회적 현안을 해결하고, 바이오·산업 혁신에 기여하는 지향점 반영

- 사회구조·환경 및 라이프 스타일 변화에 따른 질환(스트레스, 우울 등), 기존 치료방법의 이슈(고령화 질환, 복합원인 질환, 약물 부작용 등) 해결

- 전인적 관점의 한의학 특징과 타분야 융합을 통해 보건의료 이슈를 해결하고, 취약계층의 의료 공백 및 건강 불평등 해소 기대

제3절 미래융합한의학의 연구분야

□ ‘기초·기반연구’와 ‘융합연구’와 ‘의 2대 분야로 구분하여 세부사업 설정

○ (기초·기반연구)‘융합의학의 토대 마련 중심’의 미래 융합의학 발전전략(안)(과기부, '19.6)에 핵심방향을 반영하여 확대

<표 2-2> 기초·기반연구의 주요 내용

구분		주요 융합 분야	예시
기초 기반 연구	기초이론	생물정보학 시스템 생물학 뇌과학 전자센서, 물리, 화학	- 전인적 접근방법을 도입한 한의치료기술 기초연구 및 기전연구 - 전인적 전임상 동물모델 개발 등 연구방법론 개발 - 전인적 접근방법에 대한 메커니즘 연구결과의 한의 지표 측정/활용 표준화 - 융합 한의 진단/치료 기술의 효능 검증, 지표의 측정·활용 표준화 등
	치료이론		
	정보/지능화 플랫폼	DNA(빅데이터, 네트워크, AI)	- 인공지능 기반 통합 빅데이터 플랫폼 구축 - 융합 정보 공유 및 활용 플랫폼 구축

○ (융합연구) 융합 추진을 통해 ‘생애 전주기 전인적 건강관리’를 위한 미래융합한의학 원천기술 개발 본격화

<표 2-3> 융합연구의 세부연구분야

구분		주요 융합 분야	예시
융합 연구	한의 바이오 융합 한약기술 개발	재생의료 생물정보학 면역시스템 시스템 생물학, 뇌과학, 유전체학	- 빅데이터·AI 활용 한의신약 개발 플랫폼 - 생물정보학적기법(전사체, 대사체, 미생물체, 후성유전학)이용 유전자 발굴·예측, 한의 재생치료 - 난치성 질환(암, 치매 등) 치료소재 개발 - 맞춤형 메디푸드(Food Oriented Preventive Personalized Medicine) - 신변중 감염병 대응 치료소재 개발(면역강화)
	한의 융복합 첨단 의료기기	로봇/기계공학 바이오진단기기 전자기술 센서기술 등	- 첨단기술 융복합 한의 의료기기 개발 (바이오피드백 디지털 헬스기기 등) - 한의 바이오센서 기술 - 융복합 의료기기(비침습·무구속·무자각 진단·치료기기) - 바이오 융합 한의 전자약 개발연구 - 생체 내 한의학 정보(변증, 체질 등) 모니터링 및 자율 판단 AI 나노로봇 기술
	한의 디지털 헬스케어 서비스	디지털 기술, 데이터, 네트워크, AI, 뇌과학, 전자 센서기술, AR/VR 등	- 뇌과학 기반 한의 뇌건강 증진기술 개발(치매예방, 스트레스, 불안장애 등 뇌건강) - 다중요소 중재를 통한 건강 개선 평가기술 개발 - 한의정보 + 오믹스 + 라이프로그 + 건강기록 등 다양한 정보기반의 건강예측 모델 개발 - 디지털 한의 헬스케어, 디지털 트윈 건강 시뮬레이션, VR·AR·MR 한의 원격치료 원천기술

제3장 국내외 환경분석

제1절 정책적 환경 및 전망

1. 국내 바이오·의료 분야의 정부정책

가. 바이오·의료 분야의 주요 국정운영 방향

□ 국정과제 34-3(제약·바이오·의료기기 산업육성)

- (제약) 종합적 신약생태계 조성 : 후보물질 발굴, 맞춤형 신약 개발, 임상지원 등
- (바이오) 혁신생태계 조성 및 기술개발 지원 : 초기기업 전담 R&D, 인력양성 등
- (의료기기) 4차산업혁명 기술과 융합된 첨단의료기기 개발
- (나노·바이오 융합) 나노·바이오 융합 기술개발 및 사업화 전략, 뇌과학 등 중장기 추진전략

□ 4차 산업혁명 대응계획의 바이오·의료 분야

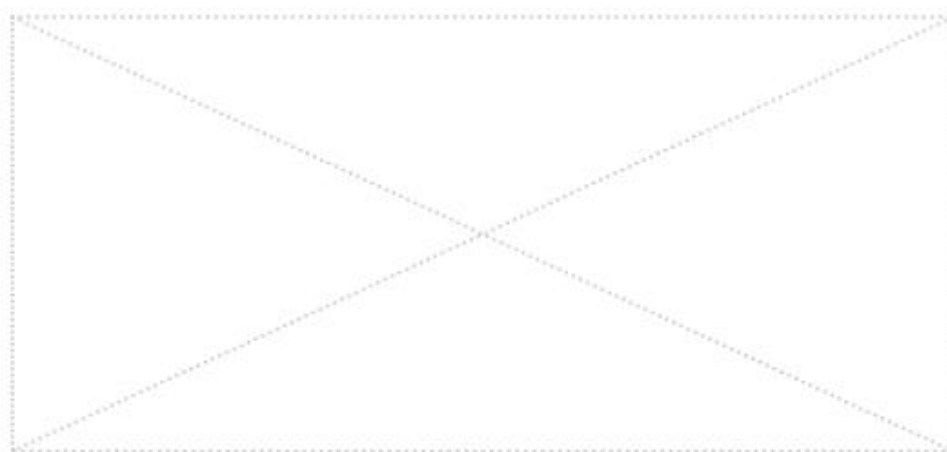
- "경제성장"과 "사회문제 해결" 동시 달성을 추진방향으로 설정
 - 즉, 산업 측면에서 혁신이 필요하고, 동시에 사회문제도 해결해야 되는 기술개발
- 한의학과 관련해서는 스마트 의료에 대해 "정밀의료, AI 기반 신약개발 혁신을 통한 바이오 경제시대 선도" 설정

□ 13대 혁신성장동력('17.12월, "혁신성장동력 추진계획", 국과심) 중 생명·의료 분야

- 맞춤형 헬스케어, 혁신신약이 포함되었으며 개인맞춤 정밀의료와 후보물질 100개 발굴 등을 목표로 설정
 - 맞춤형 헬스케어 : ICT 융합 개인 맞춤형 정밀 의료시스템 및 의료기기 개발 등 포함
 - 혁신신약 : 세포·유전자 치료제 등 유망신약 분야 연구 지원, 후보물질 발굴, 비임상·임상 시험 등 실용화 지원 등

[참고] AI 기반 신약 후보물질 발굴 사례

- (개요) 인실리코 메디슨, 46일 이내에 새로운 신약 후보물질의 설계, 합성, 검증까지 가능한 GAN 기반 'GENTRAL' 개발
 - 2018년, 바이오 마커와 신약발견, 노화연구 AI 기업인 인실리코 메디슨은 데노브(de novo) 단백질 분자 설계를 위한 GANTRL 시스템 발표
 - AI 기반 알고리즘을 적용하여 JAK, BRAF, EGFR 키나제의 신규 억제제*를 포함한, 원하는 특성을 탐색하는 새로운 전임상 체제 설계
 - * 일반적으로 노화질환 분야에서 멀티오믹스 분석을 통한 다수의 타겟을 찾는 반면, 인실리코 메디슨의 GANTRL 시스템에서는 항암치료에 효과적인 이와 같은 물질들을 선별
 - 인실리코 메디슨의 방법은 신약발견 분야의 AI 구현의 토대를 마련하고 기존 패러다임을 뛰어넘었다는 평가 받음
- (방법론) 새로운 화합물의 식별 및 생성을 위한 GAN과 Autoencoder를 결합한 GENTRAL 시스템을 개발함으로써, 항암치료 후보물질 탐색의 속도와 성공률 제고
 - 미리 지정한 화합물에서 새로운 분자개체를 생성하기 위한 강화학습(reinforcement learning)과 조건부 기반 생성을 포함한 고도의 GAN 방법을 이용해 약물탐색 시스템 개발
 - 이후, GENTRAL을 활용해 디스코이딘 도메인 수용체 1(DDR1)*의 억제물질을 탐색하여 21일만에 DDR1의 잠재적 저해제 디자인 3만개를 도출하는 설계
 - * 섬유증 발병에 관여하는 것으로 추정되는 단백질로 기존 방법으로는 이를 도출하는데 8년의 기간과 수백만 달러 소요
 - 연구팀은 이 중 6개를 합성하고 in vitro 및 in vivo에서 검증, 가장 유망한 물질은 실험 쥐에 테스트하여 약동학(PK) 측면에서 가능성을 보임



<GAN과 Autoencoder(GENTRAL)를 이용한 신약 후보물질 탐색 프로세스>

자료 : Kadurin A et al, The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology, 01 Feb 2017와 여러 자료를 토대로 작성

나. 바이오·의료 분야의 상위계획

□ 제3차 생명공학육성 기본계획 「바이오 경제 혁신전략 2025」 '17.9월, 생명공학종합정책심의회)

- 핵심 비전은 **세계최고 의료서비스로 영위하는 건강한 삶, 안심 먹거리 기술로 열어가는 풍요로운 미래** 등이며, 3개 분야(R&D혁신, 경제 창출, 생태계 기반조성) 9대 중점과제 설정
- 9대 중점과제 중 한의학 기반 미래융합의학에 적용할 수 있는 내용은 다음과 같음
 - (바이오 R&D 혁신 분야) ① **글로벌 선도 창의/도전적 연구 촉진**, ② **미래 대비 R&D 강화**, ③ **바이오 기반 융합연구 확산**
 - (바이오경제 창출) ① **과학 창업/사업화 활성화**, ② **융합형 바이오 신산업 육성**
 - (국가생태계 기반조성) ② **바이오 규제혁신 및 사회적 합의체계 마련**, ③ **바이오 혁신플랫폼 구축(기술, 자원, 정보)**

□ '바이오·연구개발 고도화 전략'('20.11월)

- 동 전략은 바이오 기술의 융합 확대를 통해 신기술, 신산업 창출을 활성화할 계획으로 수립
- 추진방향으로 바이오 핵심기술과 타분야 융합 확대(핵심전략 1) → 바이오 핵심기술 선제적 확보(핵심전략 2) → 기술경쟁력 제고 및 가속화를 위한 바이오 연구혁신 인프라를 고도화(핵심전략 3)

<표 3-1> 바이오·연구개발 고도화 전략('20.11월)

핵심전략	실천과제
바이오기술 융합 및 적용 확대	■ 4대 핵심분야에 바이오기술 접목 → 핵심분야 고부가가치화 ■ 첨단기술을 바이오기술에 융합 → 바이오 기술고도화 ■ 바이오기술을 사회시스템에 접목 → 건강하고 안전한 사회구축 ■ 바이오 기술 융합 실증프로젝트 추진
공통 핵심기술 확보 및 활용	■ 중점지원 대상 공통핵심기술 선정 ■ 분야별 특성을 감안한 전략적 지원 → 미래 핵심기술 확보 ■ 핵심기술 지속 발굴·육성 및 성과관리
바이오 연구혁신 인프라 고도화	■ 바이오 기술 융합 친화적 연구환경 조성 ■ 혁신·도전적 연구 촉진을 위한 연구 프로세스 혁신 ■ 연구 데이터, 장비 등 바이오 연구 핵심 기반 확충 ■ 창의적 연구가 사업화까지 이어질 수 있는 생태계 조성

- 융합대상 4대 핵심분야는 전자, 화학/소재, 에너지, 생산이며, 이중 **전자, 화학/소재 분야는 한의학과 융합 가능한 분야**라고 할 수 있음

- 예를 들어, 전자분야의 데이터, 인공지능, 네트워크, 전자기술 등 첨단 디지털 기술과의 융합을 통해 신약개발 등 연구시간 및 비용 단축을 들 수 있음

○ 또한, 바이오기술 창업 촉진, 바이오 기초연구성과의 임상·실용화 연계 강화를 위해 우수 연구성과 시험·검증을 지원하고, 기초와 임상을 연계할 강화를 위한 중개연구 지원

○ 인프라에 대해서는 **바이오 연구데이터 통합관리**, 수요자 맞춤형 핵심 연구자원 확보/공급을 위해 바이오 데이터 스테이션을 조성하여 데이터를 통합/수집/활용할 계획이고 14대 바이오 소재자원은행 구축도 포함됨

□ 제3차 뇌연구 촉진 기본계획 : ‘뇌연구혁신 2030’(’18.5월)

○ 고령화 사회 대응이 계획 수립 배경으로 설정되어 있고, 뇌에 대한 근원적 이해, 뇌질환 극복, **뇌연구 기반 신기술 창출**을 목표로 하는 6대 중점과제 추진

< 뇌연구혁신 2030 6대 중점과제 >

1. 인간 뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화(뇌분야 기초연구 2배 확대(’~23), 뇌신경망 구축)
2. 생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현(치매발병 5년 지연, 치매 증가속도 50% 감소)
3. 뇌 원리를 적용한 지능화·융합 신기술 개발(5대 핵심기술* 글로벌 Top 기술력 확보)
* 차세대 인공지능, BMI, 뉴로모픽 칩, 뉴로모듈레이션, 전자약 등
4. 공유·융합을 촉진하는 뇌연구 생태계 조성(신경윤리위원회 설치, 뇌연구특화 병원 지정)
5. 글로벌 협력체계 구축(국제뇌이니셔티브 참여, 국제신경윤리회의 정기 개최)
6. 태동기 기술·창업 중심의 뇌산업 육성(매출 1,000억 규모 기업 10개 창출)

○ 위의 6대 중점과제 중 “3. 뇌 원리를 적용한 지능화·융합 신기술 개발”의 전자약(한약제제 약물전달시스템 관련), BMI(스트레스, 심리적 건강 등)와 같은 사례는 한의학 기반 미래 융합의학과 관련되어 있음

○ 이외에도 영양학적, 호흡, 침술 등 한의학 중재에 대한 내수용감각적 과정(interoceptive process), 심신연구 등 미래융합한의학에서 뇌연구가 동시 진행되어야 함

□ 국가 치매 연구개발 중장기 추진전략(’18.11월)

○ 고령화 등으로 인한 치매관리 비용의 급속한 증가 문제 해결책으로서 과학기술 전략 제시

<표 3-2> 국가치매 연구개발 중장기 추진전략('18)

분야	중점 추진과제
R&D 고도화	① 다양한 발병원인 규명 및 기전 이해를 통한 예방·치료기술 개발 ② 발병전 예측 및 조기진단기술 강화 ③ ICT 융합기반의 체감형 돌봄기술 개발
인프라 효율화	① 치매 R&D 컨트롤타워 강화 ② 치매 연구성과·정보 공유 및 융합연구 활성화 ③ 치매 연구자원 고도화 및 연구자 친화적 R&D 제도 마련
산업화 촉진	① 조기 사업화를 위한 제도·규제 개선 ② 수요자 중심의 비즈니스 모델 및 시장 창출

○ 치매 진단과 예방 단계에서 한의학과 직접 관련되어 있음

□ 4차 산업혁명 기반 헬스케어 발전전략('18.12월, 4차 산업혁명위원회)

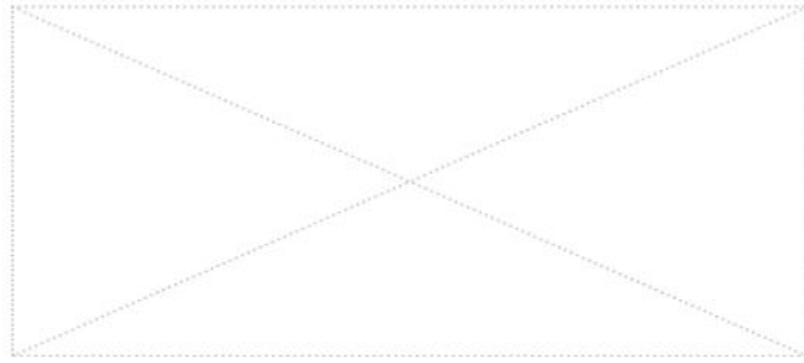
○ 다른 정부계획과 마찬가지로, AI 신약개발, 융복합 의료기기 등 유망분야를 중점 육성하고, 빅데이터 생산/관리, 임상지원 등 헬스케어 혁신기반을 조성하는 것을 주요 골자로 함

< 「4차 산업혁명 기반 헬스케어 발전전략」 中 관련 내용 >

- 인공지능 활용 신약개발
 - 인공지능을 통해 연구시간비용을 절반으로 단축하고 새로운 신약 물질을 발굴
 - 연구 데이터의 체계적 수집·공유·활용 체계 구축
- 스마트 융복합 의료기기 개발
 - 범부처 전주기 통합지원 체계를 구축하여 부처 간 단발적·분절적 지원 해소
 - 병원·기업 협력 통한 수요 기반 확대하여 병원의 국산 의료기기 사용률 제고

□ '지능형 식물공장-바이오산업 융합 프로젝트 추진 방안('19.4월, 과기장관회의)

- 바이오 산업에 지능형 식물공장을 접목한 융합형 프로젝트로 미래농업에 대비하는 신산업 모델을 창출하기 위한 계획
- 식물공장을 통해 천연물제품, 그린백신을 연구/생산하여 과학화, 표준화된 제품을 개발하고, 관련 제도 개선 및 인허가를 지원하는 것이 주요 내용임



[그림 3-1] 지능형 식물공장-바이오산업 융합 프로젝트 추진체계

- 동 전략 자체는 한의학 기반 의약품 개발과 직접 연결되는 전략으로 “지능형 식물공장”과의 융합 검토 필요

□ 바이오헬스 산업혁신 전략(‘19.5월)

- 동 전략은 주로 바이오헬스 산업육성전략으로 기술개발, 인허가, 생산, 시장출시의 영역에서 4대 과제 제시
 - (기술과제) 기술혁신 생태계 조성
 - (인허가) 글로벌 수준의 인허가 규제 합리화
 - (생산) 생산활력 제고 및 동반성장 지원
 - (시장출시) 시장진입 지원 및 해외진출 촉진
- 특히, 기술과제에 대해서는 5대 데이터 플랫폼 구축, 금융지원, 병원의 기술혁신거점 육성 등 데이터, 집중투자, 혁신거점 구축을 주요 골자로 하고 있고, 이는 한의학 기반 산업에 대해서도 그대로 적용 가능
- 인허가 측면에서는 인허가 단축, 시장 진입규제 정비 등 규제개선, 안전관리 강화 등에 대한 내용이 포함되어 있으며, 마찬가지로 한의학 관련 산업에도 필요한 요소들임
- 생산 측면에서는 전문인력 양성에 대한 내용이 포함되어 있어, 이에 대해서는 한의학에도 적용될 수 있음

□ 바이오헬스 R&D 투자전략 I(‘19.12월)과 바이오헬스 R&D 투자전략 II(‘21.1월)

- 동 전략은 위의 ‘바이오헬스 산업혁신 전략’을 이행하기 위한 R&D 전략임
- 투자전략 I에서는 10개 기술 분야 중 4개 분야에 대한 분야별 중점투자 포트폴리오 방향을 설정하고 투자전략을 제시함
 - ※ 10개 기술분야: ①원천기반연구, ②바이오융복합, ③의약품, ④의료기기, ⑤재생의료, ⑥헬스케어서비스, ⑦임상보건, ⑧산업혁신규제과학, ⑨전문인력 양성, ⑩생명자원정보인프라(밑줄 친 분야는 4개 분야)

< 투자전략 I의 주요 내용 >

- **(원천·기반연구)** 기초적 연구성과를 바이오헬스분야에 활용 가능한 원천기술로 고도화, 질환극복을 위한 신규 타겟 발굴 및 범용적 신기술 R&D에 투자 강화
- **(의약품)** 신규 핵심타겟 검증 및 초기 파이프라인 발굴, 임상역량 확충에 집중
- **(헬스케어서비스)** 빅데이터 표준화 등 공통 플랫폼기술 개발 및 실증연구 지원
- **(산업혁신·규제과학)** 창업, 기술사업화 및 해외 진출 활성화를 위한 기반 마련, 해외의존도가 높은 바이오장비·소재 등 분야 맞춤형 전략 발굴 및 지원

－ 한의학과 관련해서는 기초연구를 통한 범용적 신기술 R&D 투자 강화, 임상역량 확충, 빅데이터 표준화, 바이오소재 맞춤형 전략 발굴 등의 내용이 포함됨

○ 투자전략 II에서는 나머지 6개 분야에 대한 분야별 중점 투자 포트폴리오 방향 설정 및 구체적인 투자 전략 마련

※ 10개 기술분야: ①원천·기반연구, ②바이오융복합, ③의약품, ④의료기기, ⑤재생의료, ⑥헬스케어서비스, ⑦임상·보건, ⑧산업혁신·규제과학, ⑨전문인력 양성, ⑩생명자원·정보인프라(밑줄 친 분야는 6개 분야)

－ 특히, 바이오 융복합 분야에서는 **첨단기술 융합을 통한 의약품 및 의료기기 기술개발**을, 임상·보건 분야에서는 **임상·실용화 연계**, 전문인력에서는 **기술융합형 인력양성**, 자원·정보인프라에서는 **생명연구자원 선제적 확보** 등은 한의학 기반 융합의학에서도 관련되어 있음

< 투자전략 II의 주요 내용 >

- **(바이오융복합)** 첨단기술과의 융합을 통한 차세대 의약품 개발 R&D 투자 확대, 첨단 융복합 의료기기 기술, 소재·부품 원천기술 등 확보 지원 강화
- **(의료기기)** 국산화 및 프리미엄 전략 등 맞춤형 R&D와 국내 의료기기 기술 사업화 역량 강화 및 해외 진출 기반 R&D 지원 강화
- **(재생의료)** 원천기술 성과의 치료제 확보 기술 전환을 위한 중개연구 지속 지원, 재생의료 산업 연계 기술 상용화 지원 R&D 발굴 추진
- **(임상·보건)** 기초 연구 성과의 임상·실용화 연계 강화, 감염병 예측·진단·치료·백신 플랫폼 기술 확보 및 기초·기반 연구개발 지속 투자
- **(전문인력 양성)** 기술 융합형 및 보건의료 인력양성 사업 신규 투자 강화, 산업수요 기반 인력양성 및 수요예측 플랫폼 구축 발굴·지원
- **(생명자원·정보인프라)** 생명연구자원에 대한 선제적 확보와 자원 고도화, 활용 고도화 기술 역량 강화를 기반으로 한 연구자원 자립화 R&D 지속 지원

다. 2022년 과기정통부 BT R&D 투자방향(중기 기준)

□ 핵심 산업분야로 신약, 의료기기, 재생의료를 선정, 이에 대한 핵심기술 선제적 확보 전략 지속

○ 대상 질병으로 치매 강조, 질병·건강 관련 분야의 ‘R&D-임상’ 연계형 연구개발 투자와 연구 데이터·자원의 체계적 확보·활용을 위해 부처 협업기반 지원 확대의 투자방향 제시

□ 유망·범용 바이오기술에 대한 선제적 투자로 미래시장 선점

- 디지털 치료제, AI 활용 혁신신약 등을 융합형 신기술로 보고 있고, 다양한 분야에 접목/활용 가능한 바이오 공통기반 기술 등에 신규투자 예정
- 지속적으로 투자되는 분야로는 차세대 바이오기술, 첨단 GW바이오⁵⁾ 등 연구현장의 수요를 기반으로 발굴되는 유망기술임

라. 한의학 2050 미래비전 및 미래상

□ 내외부 의견수렴에서 본 2050 한의학 미래전망 및 수요전망 특징

- 대상분야로는 한의치료 효과가 부각되는 질환에 대해 예방의학으로서 역할 전망
 - 환경질환, 정신질환(심리치료, 스트레스 관리 등), 통증관리 등
 - 만성질환 관리를 위한 생활습관 관리, 일상 건강관리 가이드 등
- 융합 관련 미래전망
 - 오믹스 기반 기술 관련 연구개발
 - 증례판단, 개인맞춤형 회진, 한약처방 등에 있어서 AI 활용
 - 약복용, 알람서비스 등 AR/VR 활용을 통한 효과적인 건강관리 디바이스
 - ICT 기반 모니터링, 돌봄 시스템(바이오센서, 빅데이터 분석 등)
 - 소외계층, 소외지역 대상, 비대면 치료 수요확대로 원격진료 확대
 - 한의학의 과학화, 표준화 등을 통해 대면치료가 장점인 한의학의 대응 필요(기타 제도적 문제, 윤리적 문제 해결 필요)
- R&D 추진내용의 요구사항을 예방, 진단/치료, 방법개발로 구분하면 아래와 같고, 각 기저에는 과학화, 표준화 필요
 - (예방) 미병 연구
 - (예방) 명상을 포함한 심리적/정신적 연구강화
 - (예방) 전일적(holistic) 건강관리 : 전인적 건강과 동일 개념
 - (예방) 만성/난치성 질환 표준진료 프로토콜 개발
 - (예방) ICT 기반 모니터링을 통한 생체지표 데이터 수집, 한의학적 해석 연구
 - (진단/치료) 한양방 융합을 위한 R&D 확대
 - (진단/치료) 합성의약품, 한약물 동시투여 등 치료의 유효성/안전성 검증을 위한 연구 확대

5) 천연물·장내미생물·바이오에너지 등 생명현상의 이해와 생명활동을 기반으로 다양한 분야로 활용 가능한 범용 기반 원천기술 개발로 과기정통부 바이오의료기술개발사업의 내역사업으로 포함되어 있음

: 중개연구, 임상연구 강화

- (진단/치료) 한약 및 한방치료 입증, 증상별 적합한 한의치료방법 분류 등
- (진단/치료) 질환별 환자 DATA 수집 플랫폼 구축, 빅데이터 분석을 통한 맞춤형 진료
- (진단/치료) 원격진단을 위한 진단도구 데이터화
- (진단/치료) 감염병 한의 임상진료 지침 개발
- (진단/치료) 취약계층 대상 한의의료 연구
- (방법 개발) 한의학적 연구방법론, 한의학적 동물모델 개발을 통한 한의 임상효과 입증

○ 정보, 홍보 등 인프라 측면에서 미래전망 상에서 나타난 요구사항은 다음과 같음

- 모든 의학관련 공공데이터 활용 강화
- 융합기술 관련 기초연구, 임상 역량을 갖춘 한의과학자 양성 : 타분야와 연계과정 개설 등
- 의료보험 적용 확대, 진료파트별 요금체계 마련, 약값 산정기준 제시
- 한의학 활용 건강관리 캠페인 등 한의학의 인식제고를 위한 홍보
- 허위광고에 대한 시정 노력
- 해외진출을 위해 제약사 현지 의료법인 설립, 국제학회 활동, 교수 해외파견 등 한의학 국제화 지원

□ 미래실현 방안 의견수렴 결과

○ 대상 질환 및 주제

- 한의학적 진단지표로 만성/난치성 질환 예측
- 면역관련 건강관리

○ R&D 분야

- (기초 / 기전연구) 기초연구 및 진단기술에 대한 생물학적 기전연구 강화
- (기초 / 기전연구) 멀티성분, 멀티 타겟의 작용기전 규명, 한약의 다성분 질환 치료 경로 파악
- (진단) 한방 진단지표 개발을 위한 다양한 국가참여 기반의 코호트 연구 등 진단 표준화
- (진단 / 의료기기) 첨단디지털 기술을 활용한 한의학적 정보수집 기술, 체질분석 등 정보수집을 위한 한의 의료기기 개발
- (진단/치료) 각종 바이오마커 연구결과를 기반으로 한 한의임상 콘텐츠 개발
- (치료 / 과학화) 한의학의 치료효과에 대한 과학적 규명 : 침, 뜸, 경혈, 경락 등의 과학적 증명
- (치료 / 한약제제) 국내를 비롯한 세계 약초지도와 인종별 체질 치료 효과분석 병행

- (치료 / 한약제제 / 실용단계) 약리, 독성실험, 임상시험을 통한 한약제제 효능효과 연구
- (과학화) 자극량에 따른 효과, 침/뜸/부황 등의 시술량에 대한 데이터화를 위한 정량적 자극기술 개발
- (의료기기) MRI나 CT처럼 개인 혈맥지도를 통한 정확한 침술기기
- (의료기기) 인바디와 같은 한의학 맞춤형 체질 분석 의료기기 개발

○ 인프라 측면

- (데이터 구축) 한의학 용어 표준화 작업 및 로컬 진료 데이터베이스 확보
- (데이터 구축) 익명 기반의 한의치료 효과 빅데이터를 위변조가 불가능 수집 생태계 조성을 위한 블록체인 + 빅데이터 구축
- (데이터 활용) 유전자, 임상결과, 라이프로그, 전 생애주기 데이터 등 한의정보 기반 개인 맞춤 예방, 건강관리, 치료
- (데이터 활용) 포털 검색어, 다빈도 건강 앱, 다양한 신체변화, 식문화 등 모든 분야의 건강 생활패턴과 양상을 한의학과 접목한 R&D
- (표준화) 한의학적 연구방법론, 질환 분류 및 용어 합의 등 표준화

□ 과학기술계 및 미래사회 예측전문가의 미래분석

○ 전체상 : 질병이 생기기 전에 예측/예방으로 치료가 아닌 건강한 삶의 질 유지

○ 정체성 확보 : (용어) 전인적 관점의 한의학 정체성을 이해할 수 있는 용어정리, (생활) 생활습관 개선, 식이요법 조절 등 생활속 접근방향 극대화, (데이터) 객관적인 한의학 자료 등

○ 미래상에 대한 요구사항

- 현재의 한의계의 과학화보다 더욱 현대 과학적 방법을 통한 과학화 필요
- 중의학과 차별화로 한의학 입지 공고(어떻게 차별화할 것인가?)
- 돌발변수로 감염병 검토 : 면역증진을 위한 건강관리

○ R&D 내용

- (예방) 한의학적 특성과 생물정보학적 기법(전사체, 단백질체, 대사체, 미생물체, 후성유전체 등)을 이용한 질병유전자 발굴을 통한 예측모델 개발
- (치료) 만성/난치성 질환 융합치료를 위한 임상자료, 일상자료 및 한의학 기반 대단위 질병 코호트 구축을 통한 생체자원 수집(코호트 연구)

○ 인프라 내용 (시스템 포함)

- (원격) 의료기록 관리 및 감독 시스템 구축
- (원격) 가정에 임상장비 개발과 보급, 지역별 검사 가능한 허브 마련
- (데이터 구축) 과학적 데이터를 생산할 수 있는 한의의료시스템

<표 3-3> 한의학연의 2050 미래비전 및 미래상에서 나타난 미래융합의학 관련 내용

내외부 의견		
대상 분야	■ 한의치료 효과가 부각되는 질환에 대한 예방의학 (일상관리, 생활습관 관리, 면역관련 건강관리) ■ 환경질환, 스트레스/심리불안, 통증관리, 만성질환 등	
타분야 융합	오믹스, AI, AR/VR, 바이오센서, 빅데이터	
R&D 과제		
주 제 구 분	기초/기전연구	■ 진단기술에 대한 생물학적 기전연구 강화 ■ 멀티성분, 멀티 타겟의 작용기전 규명, 한약의 다성분 질환 치료 경로 파악
	예방/관리	■ 미병연구 ■ 명상을 포함한 심리적/정신적 연구 강화 ■ 전인적 건강관리 ■ 만성/난치성 질환 표준진료 프로토콜 ■ ICT 기반 모니터링을 통한 생체지표 데이터 수집, 한의학적 해석 연구
	진단/치료 (대부분 과학화, 표준화 요구)	■ 한방 진단지표 개발을 위한 다양한 국가참여 기반의 코호트 연구 등 진단 표준화 ■ 각종 바이오마커 연구결과를 기반으로 한 한의임상 콘텐츠 개발 ■ 자극량에 따른 효과, 침/뜸/부항 등의 시술량에 대한 데이터화를 위한 정량 적 자극기술 개발 ■ 한의학의 치료효과에 대한 과학적 규명 : 침, 뜸, 경혈, 경락 등
	의료기기	■ 첨단디지털 기술을 활용한 한의학적 정보수집 기술, 체질분석 등 정보수집 을 위한 한의 의료기기 개발 ■ MRI나 CT처럼 개인 혈액지도를 통한 정확한 침술기기 ■ 인바디와 같은 한의학 맞춤형 체질 분석 의료기기 개발
	한약제제	■ 국내를 비롯한 세계 약초지도와 인종별 체질 치료 효과분석 병행 ■ 약리, 독성실험, 임상시험을 통한 한약제제 효능효과 연구
	방법 개발	■ 한의학적 연구방법론, 한의학적 동물모델 개발을 통한 한의 임상효과 입증
	인프라	■ (데이터 구축) 한의학 용어 표준화 작업 및 로컬 진료 데이터베이스 확보 ■ (데이터 구축) 익명 기반의 한의치료 효과 빅데이터를 위변조가 불가능한 수 집 생태계 조성을 위한 블록체인 + 빅데이터 구축 ■ (데이터 활용) 유전자, 임상결과, 라이프로그, 전 생애주기 데이터 등 한의 정보 기반 개인맞춤 예방, 건강관리, 치료 ■ (데이터 활용) 포털 검색어, 다빈도 건강 앱, 다양한 신체변화, 식문화 등 모든 분야의 건강 생활패턴과 양상을 한의학과 접목한 R&D ■ (인재양성) 융합기술 관련 기초연구, 임상 역량을 갖춘 한의과학자 양성 ■ (인식제고) 허위광고 시정 노력, 의료보험 적용 확대, 진료파트별 요금체계 마 련, 약값 산정기준 제시 ■ (국제화) 제약사 현지 의료법인 설립, 국제학회 활동, 교수 해외파견 등 ■ (시스템) 소외계층/소외지역 대상 원격의료 확대

2. 미국

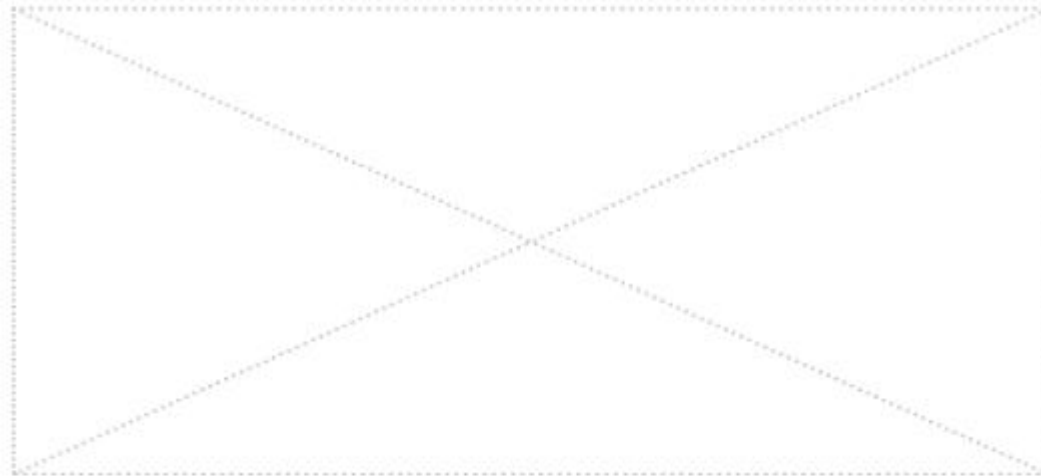
□ NCCIH, 전인적 건강이라는 개념을 새롭게 도입함으로써 기존 보완통합의학을 확장시킨 연구전략계획(Strategic Plan 2021-2025) 발표⁶⁾

- 전인적 건강(Whole Person Health)은 개인, 가족, 커뮤니티 등이 생물학, 행동, 사회, 환경 등 다양한 상호 교차하는 영역에서 개인의 건강개선에 영향을 준다는 개념임
- 동 전략에서는 전인적 건강이라는 새로운 관점을 도입한 기초연구 및 방법 개발, 전인적 건강과 보완통합의학의 통합, 예방/관리/회복, 인재양성, 건강 중재 및 정보 측면에서 5대 전략목표 설정

[참고] 전인적 건강(Whole Person Health)의 개념

■ 전인적 건강의 정의

- 하나의 기관이나 일부 신체시스템 차원에서가 아니라 개인 전체적 관점에서 건강이나 질병을 촉진하는 여러요인들을 고려한다는 개념이 포함됨
- 즉, 개인, 가족, 커뮤니티 등 각 차원들에서 생물학/행동/사회/환경적 요인들이 서로 유기적으로 연결되어 있는 상황에서 건강을 개선할 수 있도록 돕는 것을 말함



■ 전인적 건강의 중요성

- 건강과 질환은 서로 분리되어 발생하는 것이 아니라 양끝단에서 서로 연결된 상태이기 때문에, 그 사이에 위에서 언급한 여러 요인들이 작용하는 것임
- 예를 들어 잘못된 식단, 생활방식, 만성스트레스, 수면 부족 등 건강에 안 좋은 습관, 태어나고 성장한 사회적 여건, 여러 장기 시스템이 관계하는 만성질환은 전인적 건강 접근이 필요한 사례로 들 수 있음
- 한 사람이 살아온 상태를 이해하고 조기에 습관 문제를 해결하고 스트레스를 관리한다면 질병을 예방할 수 있을 뿐만 아니라, 건강을 회복하고 질환으로 진행되는 것을 막을 수 있음

자료 : NIH/NCCIH, <https://www.nccih.nih.gov/health/whole-person-health-what-you-need-to-know>

6) NCCIH Strategic Plan FY 2021-2025

목표 1. 기초과학 및 연구방법론 개발 확대

- 세부전략 1-1. 식이요법과 심신치료 관련 기초 및 기전 연구 촉진
- 세부전략 1-2. 보완통합의학 진단·치료·예방법과 체계를 연구하기 위한 방법론, 도구 개발
- 세부전략 1-3. 건강회복정도 및 회복탄력성(Resilience)을 정량화하고 측정하는 방법론 개발
- 세부전략 1-4. 보완통합의학 연구방법론의 효과적이고 과학적인 수행을 위한 지원 방안 마련

목표 2. 전인적 건강연구 및 기존 현대의학과와의 통합에 대한 연구 촉진

- 세부전략 2-1. 신체와 정신 체계의 상호작용을 연구하는 기초 연구
- 세부전략 2-2. 다성분 중재가 신체 내 생리체계(신경계, 위장계, 면역계 등)에 미치는 영향에 대한 임상 및 중개 연구
- 세부전략 2-3. 건강 개선에 초점을 맞춘 다자 중재연구
- 세부전략 2-4. 보완통합의학과 기존 현대의학의 통합을 위해 정기적인 중재를 기반으로 하는 실제임상(Real-world) 연구

목표 3. 건강증진, 건강회복, 회복탄력성, 질병예방 및 증상관리에 대한 연구

- 세부전략 3-1. 보완통합의학 접근법이 건강회복, 회복탄력성 및 웰빙에 미치는 영향에 대한 이해
- 세부전략 3-2. 다양한 인구와 환경에서 건강증진, 건강회복, 회복탄력성, 질병예방, 증상관리에 대한 보완통합의학 치료법의 안전성·유효성 연구
- 세부전략 3-3. 보완통합의학의 보건분야 내 보급과 실행을 위한 임상 연구

목표 4. 보완통합의학 다학제 연구인력 양성

- 세부전략 4-1. 보완통합의학 의료행위에 대한 엄밀한 침단연구를 수행할 수 있는 전문 과학자 훈련 및 경력 개발지원
- 세부전략 4-2. 개인 및 기관 수준에서 발생하는 학제 간 협업 가속화
- 세부전략 4-3. NCCIH 인력양성 활동의 질을 지속적으로 제고하기 위한 모범사례 발굴

목표 5. 보완통합의학에 대한 과학적인 근거 기반 정보의 확산

- 세부전략 5-1. 보완통합의학 중재와 연구에 대한 근거기반 정보 확산
- 세부전략 5-2. 보완통합의학 기초개념과 생물연구에 대한 대중 이해도 제고

□ NCCIH 연구전략계획에서는 전인적 건강 연구의 통합적 접근방법부터 다중 요소 중개를 연구하는 방법론 개발 등을 포함한 10대 연구 우선순위 선정

○ (전인적 건강 연구) 전인적 건강 연구에서는 여러 생리학적 시스템의 상호 작용방법을 이해하는 것은 핵심과제 중 하나로, 다음과 같은 연구의 예상결과와 우선과제 제시

- 보완통합의학에서 전인적 건강 연구는 생물학적(멀티장기 및 시스템 포함), 행동, 사회, 환경 등 상호 연결된 여러 영역에서 전반적인 건강개선을 목적으로 수행되는 다중요소 중재에 대한 연구를 말함
- 기존의 단일 또는 몇 개의 생리학적 시스템에 미치는 영향을 분석하는 연구와 달리, 전인적 건강 연구는 여러 생물학적 시스템이 상호연결되고 상호 작용하는 방식을 이해하기 위한 것임
- 또한, 다중 시스템의 복잡성과 차이에 대한 기초연구와 치료효과를 분석하기 위해 혁신적인 연구설계가 필요하며, 이러한 다중 시스템의 복잡성과 다중요소 중재와의 관계를 포괄적으로 분석할 수 있는 방법론 개발도 필요함

- 동 연구의 예상결과는 다음과 같음

- ① 여러 생리학적 시스템의 상호작용까지 분석
- ② 통합적 접근 또는 시스템 과학적 접근에서 다중요소 중재를 연구하기 위한 방법론
- ③ 다중 시스템 결과와 다중 요법을 통합할 수 있는 새로운 연구방법과 연구자원 등

- 이러한 연구결과를 달성하기 위해 다음과 같은 우선과제 설정

- 향후 다중시스템 연구를 위한 사전 데이터를 구축하기 위해 부차적인 결과로 현재 진행 중인 연구프로젝트에 추가적인 시스템 발현 측정 포함
- 단일 요소 중재의 성공을 기반으로 다중 요소 중재의 개발 및 검증 촉진
- 다중시스템 결과의 측정/복합측정지표를 개발하고 검증하기 위한 연구 지원
- 임상시험에서 재현가능하고 테스트할 수 있는 프로토콜화된 다중 치료 중재 개발 확대

○ (내수용감각 연구) 보완통합의학의 전체 맥락에서 내수용감각(interoception) 연구는 뇌와 신체 사이의 연결에 대한 이해를 위해 필요한 연구로, 다음과 같은 연구의 예상결과와 우선과제 제시

- 내수용감각(interoception)은 유기체의 내부세계를 대변하는 것으로, 유기체가 내부에서 내부 신체신호를 감지/해석/통합/조절하는 과정을 포함

- 예를 들어, 감지작용은 상승경로를 통해 생리학적 시스템에서 중추신경계(CNS)로의 통신을 의미하고, 조절작용은 하강경로를 통해 뇌에서 생리학적 시스템으로의 통신을 의미함

- 뇌는 이러한 신호를 해석하여 유기체의 내부세계를 보여주는 역할을 하는데, 다른 생리학적 시스템과 중추신경계 간 양방향 통신은 말초신경경로 또는 비신경경로를 통해 전달될 수 있음을 규명하는 것이 중요

- 즉, 내수용감각 관련 과정은 심리적/신체적 접근방법과 영양학적 접근방법을 포함한 포괄적인 보완통합의학의 치료를 위해 사용될 수 있으며, 이러한 잠재적인 중요성으로 보완통합의학의 맥락에서 내수용감각 연구는 뇌와 신체 사이의 연결에 대한 이해를 필요로 함

- 또한, 기존의 인간대상 연구에서 제한적인 방법(자기보고(self-report), 심장박동 변화, 피부전도도 등) 한계가 있었기 때문에 이러한 접근을 통해 연구가 이루어져야 함

- 동 연구의 예상결과는 다음과 같음

- 내수용감각의 기본적인 메커니즘 규명
- 특히 인간 대상 연구에서 내수용감각적 과정에 대한 혁신적인 방법론 구축
- 상호 수용과정에서 보완통합의학의 영향에 대한 이해
- 내수용감각 관련 임상결과(특히 근골격, 내장성 통증 관련) 보완통합의학의 효용성 및 효과성 등

- 이러한 연구결과를 달성하기 위해 다음과 같은 우선과제 설정

- 보완통합의학의 중요한 메커니즘 분석을 위한 기초적인 내수용감각적 경로 연구 수행
- 통증, 심혈관질환, 소화기질환과 관련된 내수용감각에 대한 메커니즘 연구 확대
- 인간 및 동물모델에서 내수용감각 분석을 위한 새로운 방법론 개발
- 뇌-장기 상호작용, 뇌-심혈관/면역, 뇌-내분비 경로(신경, 비신경 경로 모두 포함)와 관련된 내수용감각 관련 천연물 연구 지원
- 뇌-호흡(명상), 뇌-근골격(침술/도수, 운동기반 요법), 뇌-심혈관, 뇌-내분비, 미주신경/척수 경로 등 심신연구 지원

○ (전주기 건강회복, 질병 예방 및 평생 건강 증진) 생애 전주기에 걸친 건강회복, 회복력, 질병 예방 및 건강 증진을 위한 다중요소 중개에 대한 기초연구와 중개연구 지원을 주요 내용으로 다음과 같은 연구의 예상결과와 우선과제 제시

- 질병진행을 예방하고 건강회복을 지원하기 위해 위험군에 대한 조기 진단 및 중재를 위한 전략적 연구는 지금까지 제한적으로 이루어져 왔음
- 예방, 건강증진, 회복탄력성, 건강회복의 맥락에서 보완통합의학적 방법의 효능과 효과에 대한 과학적 증거는 아직 부족하고, 주로 개별수준의 단일 시스템 중심의 연구였음
 - NCCIH가 지원한 연구 중, 면역, 내분비, 대사, 신경기능 등의 지표들을 포함한 성인의 신체적/정신적 건강상태와 관련된 요인들을 개선하기 위해 명상 기반 스트레스(Mindfulness Based Stress) 감소가 효능이 있음을 보여줌
- 전인적 건강, 다양한 차원(인간관계, 커뮤니티, 사회)에서의 영향을 설명하는 다중시스템에 중점을 둔 보완통합의학적 접근방법의 효용성과 효과를 측정하기 위한 연구가 필요
- 특히, 신체적, 심리적, 영양학적 중재를 통한 건강회복, 회복탄력성 메커니즘에 대한 이해를 위해 다중시스템 접근방법이 필요하고, 중재의 긍정적인 효과를 최적화하고 예측할 수 있는 바이오마커 개발 필요
- 따라서 NCCIH는 정신적/정서적/행동 장애(disorders)를 예방하고 심신의 건강증진/회복탄력성/건강회복을 촉진하기 위한 보완통합의학적 방법에 대한 메커니즘과 증거기반을 확대할 수 있는 연구를 지원할 것을 명시함
- 동 연구의 예상결과는 다음과 같음
 - NCCIH는 다양한 연구집단에서 건강증진, 회복, 회복력, 질병예방을 위해 폭넓은 보완통합의학적 방법에 대한 생애주기별 효용성 및 효과성 연구 포트폴리오
 - 건강증진, 회복, 회복력, 질병예방에 필요한 다중시스템을 연구하기 위한 다중요소 중재를 활용한 연구
 - 다중요소 중재에 대한 메커니즘과 바이오마커 발굴을 위한 기초연구
- 이러한 연구결과를 달성하기 위해 다음과 같은 우선과제 설정
 - 생애주기에 걸친 다양한 환경, 건강불균형, 그 외 취약집단의 건강증진 및 회복, 회복력,

질병예방을 위한 보완통합적 방법의 효능과 효과를 개발하고 테스트하는 연구 장려

※ 다양한 환경의 예 : 가족, 학교, (연방)공공보건센터, 아동복지 및 소년사법시스템, 노숙자 보호시설 등

※ 취약집단의 예 : NIH에서 지정한 건강불균형 인구조로 소수민족, 성소수자, 사회경제적으로 소외된 인구, 농촌인구, 고위험 임신부, 노숙자, 청소년, 장애아동, 학대를 경험한 아동, 군인가족 포함

- 건강의 사회적·구조적 요인을 극복하기 위해 건강격차와 취약대상군의 보완통합의학적 방법에 대한 연구 지원
- 광범위한 결과 및 다중시스템에 영향을 파악할 수 있도록 설계된 다중요소 중재를 지원하고, 전인적 건강개선을 위해 이러한 중재의 유용성 평가
- 행동에 대한 메커니즘 분석과, 행동과정과 여러 시스템에 걸친 하나 또는 여러 중재를 통해 수정되는 생물학적, 신경생물학적, 심리적 메커니즘 기반이 되는 바이오마커 발굴
- 이러한 중재의 효과를 최적화하는데 적용될 수 있는 건강증진, 회복, 회복탄력성, 질병 예방에 대한 다중요소 중재의 메커니즘에 대한 영향력 있는 중개 연구 수행
- 실시간 중재 및 결과를 제공하고 측정하기 위해 활용할 수 있는 혁신적인 기술 개발(스마트폰 앱, 웨어러블 모니터링 기기 등)

- 태아에서 청년기까지 아래와 같은 생애주기 연구 지원을 계획하고 있음

- 고위험군 청소년/청년을 대상으로 이론기반 조기 중재 방법 개발 및 테스트
- 아동의 삶의 질 개선을 위해 아동의 삶에 영향력이 큰 성인들(부모, 선생님, 기타 돌봄 제공자 등)을 포함한 보완통합적 예방방법 개발 및 테스트
- 다양한 환경의 아동, 청소년을 대상으로 증거기반 중재의 활용, 확대, 지속가능성을 개선하기 위한 구현전략(implementation strategies) 테스트
- 다중시스템 전반에 걸친 다중요소 중재의 영향을 규명하는 혁신적인 메커니즘 연구 수행과 바이오마커 발굴

- 노년기(NIH 기준으로 65세 이상)에 대해서는 아래와 같은 연구 지원을 계획하고 있음

- 일반인과 우울증, 불안, 기타 정신건강장애의 고위험군을 포함한 노년기에 초점을 둔 영양학적, 심리적, 신체적 중재방법을 개발하고 테스트
- 노년기의 건강한 노화, 건강회복, 회복력 및 질병 예방을 촉진하기 위해 다중 요소 중재의 메커니즘에 대한 기초연구와 중개연구 수행

○ (보완통합의학을 위한 구현과학⁷⁾) NCCIH에서는 보완통합의학 중재에 대한 구현과학을 확대하는 전략을 제시하고 있으며, 다음과 같은 연구의 예상결과와 우선과제 제시

7) 국내에서는 구현과학 또는 실현과학이라고 부름. 연구를 통해 알게 된 지식(research discoveries)을 예방 및 관리 중재를 통해 환자나 일반인에게 적용함으로써 이행 또는 실행을 통해 보다 나은 성과를 창출하는 과학적 접근법으로, 혁신적인 연구성과를 연구단계에만 머무르게 하지 않고 혜택을 볼 수 있는 일반 국민들에게 적절히 전달하는 것이 목적임

- NCCIH에서는 보완통합의학 연구의 전 파이프라인을 지원하며, 기초연구 다음 단계로 효능성 임상과 보급/구현 연구로 이어짐
- 현재, NCCIH의 연구 포트폴리오는 “보완통합의학의 중재에 대한 기능”을 규명하기 위한 다양한 연구를 반영하고 있으나, 중개연구로 실제 적용에 앞서 지연이 발생한다는 지적이 있음
- 전체 연구스펙트럼의 마지막 단계인 보급/구현 연구는 연구와 임상, 정책간 갭을 메꾸기 위한 것으로 건강정보, 효과적인 중개방법, 새로운 임상시험, 가이드라인, 정책들이 공공보건 서비스에 어떻게 전달되고 통합되는지에 대한 지식기반을 구축함으로써 수행됨
- 보급과학과 구현과학에는 다음과 같은 차이가 있으며, 이러한 차이를 이해하는 것은 실험실기반 연구에서 임상시험으로 성공적으로 전환하는데 중요함
 - 보급과학 : 정보와 중재 자원을 지향적인 공공보건 또는 임상진료 대상에게 정보 및 중재 자료를 보급하기 위한 과학적 연구
 - 구현과학 : 환자의 건강상태를 개선하고 혜택을 주기 위해 증거기반 건강중재를 임상, 지역사회 환경에 적용하고 통합하는 전략에 대한 연구
- 동 연구의 예상결과는 다음과 같음
 - 실제 환경에서 보완통합의학 중재의 이해 및 적용을 촉진하기 위한 연구 및 테스트 전략 확대
 - 구현과 효과성을 모두 고려한 하이브리드 연구 지원 : 실제 환경에서 중재의 효과성을 증명하도록 설계하고 중재의 적용 및 개선을 강화하기 위한 테스트 전략
 - 보완통합의학 중재가 충분한 증거를 가지고 있다고 규명되면, 연구자가 중재를 확대하기 위해 효과적인 실행전략에 대해 고려하도록 권장하는 연구 프레임워크 홍보
 - 임상치료과정에서 부적절하게 사용되거나 심각한 부작용, 잠재적인 피해가 있는 중재를 구현하지 않도록 보완통합의학적 방법의 적용가능성 평가하는 구현과학 연구 지원
- 이러한 연구결과를 달성하기 위해 다음과 같은 우선과제 설정
 - 영양학적, 심리적, 신체적 중재를 위한 구현과학 연구를 강화한 연구포트폴리오 개발
 - 영양학적, 심리적, 신체적 중재를 위한 구현과학 프레임워크 적용의 차이 분석
- ※ 구현과학 프레임워크 : 구현연구를 위한 통합 프레임워크(CFIR), 효과성 적용의 구현연구(Re-AIM) 달성, 단독 또는 복수의 방법이 조합된 연구)
 - 다양한 환경(학교, 지역사회, 의료, 모바일 헬스(mHealth)에서 증거기반의 보완통합의학 중재의 적용과 범위를 확장하기 위해 구현과학 프레임워크 채택에 대한 연구 수행
 - 보완통합의학 중재의 임상연구와 구현연구의 요소들을 조합한 구현과학과 효과성-구현의 하이브리드 연구가 적절하게 안배가 된 연구포트폴리오 개발
 - 보완통합의학 중재를 위한 혁신적인 연구설계(무작위 클러스터 임상시험, 단계별 분리설계, 구현과학의 임상시험, 하이브리드 효과성 시험) 적용 장려

- mHealth를 포함하고 건강 불균형 및 다른 취약군에도 적용가능한, 증거기반의 보완통합 의학 중재의 차이를 설명하고 전략을 평가하는 구현과학 연구 확대
 - 보완통합의학에 있어서 구현과학에 특화된 방법론 개발을 위한 연구 수행
 - 보완통합의학의 구현과학 연구자의 인재양성에 있어서 NCCIH의 기회 확대
- (보완통합적 통증 관리) 통증관리에 있어서 보완통합적 방법에 대한 제반 연구를 비롯하여 다음과 같은 연구결과와 우선과제 제시
- 통증은 대부분 약물 및 외과적 개입을 통해 치료되나 수술후 조직 손상, 특히 만성통증치료에 사용되는 오피오이드 치료의 경우 남용 및 중독위험 관련 약물치료 등 종종 부작용이 발생함
 - 이에 대해 보완통합의학은 더 안전적이고 효과적이며 비용 효율적인 대안을 제공할 수 있으며, NCCIH는 2016년부터 집중해 온 통증관리 연구에서 아직 보완통합적 방법이 효과를 발휘할 수 있는 메커니즘에 대한 심층적인 이해와 바이오마커 발굴이 치료를 최적화하고 특정 치료에 잘 반응할 가능성이 있는 개인 또는 그룹을 예측하는데 필요한 상황임
 - 따라서, NCCIH에서는 통증관리를 위한 보완통합의학이 표준치료의 필수요소로 도입하기 위해 엄격한 기초연구, 기전(메커니즘)연구, 중개연구, 임상연구, 구현연구 추진
 - 동 연구의 예상결과는 다음과 같음
 - 다중시스템 통증 기전 및 표현형(근막통증 등) 및 일반적인 동반질환에 대한 심층 분석
 - 중복되는 통증 조건의 기초적인 메커니즘 규명
 - 여성, 인종, 소수민족, 소수자 등 통증에 대한 건강불평등을 강조한 임상시험/연구
 - 통증관리에 있어서 보완통합의학의 효능 및 효과에 대한 증거기반 확대
 - 통증에 대한 보완통합적 접근방법의 다중시스템 메커니즘에 대한 심층 규명
 - HEAL(Helping to End Addiction Long-term, 장기약물중독의 종식 지원)⁸⁾, 다른 trans-NIH 프로그램, trans-agency 프로그램을 활용하여 통증에 대한 보완통합의학 치료 바이오마커 발굴
 - ※ HEAL : 오피오이드 남용 및 중독에 대한 예방 및 치료 전략을 개선하고 통증 관리를 강화하는 데 중점을 둔 기관 간 협력을 위한 이니셔티브로, NCCIH가 주도 또는 NIH와 공동주도로 프로그램 운영
 - 효과적인 보완통합의학 방법을 표준치료에 통합하여 통증을 치료하고 아편 유사제의 불필요한 사용을 줄이기 위한 개선된 방법 제공
 - 이러한 통증관리에 대한 연구결과를 달성하기 위해 기초·기전 연구, 바이오마커, 임상연구로 구분하여 우선과제를 설정하였고, 이중 기초·기전 연구에 대한 우선과제는 다음과 같음
 - 통증에 대한 물리적 그리고/또는 심리적 중재의 메커니즘을 설명하는 전임상 연구 확대

8) NIH, <https://www.nccih.nih.gov/grants/nccih-role-in-the-nih-heal-initiative>

8) http://www.xinhuanet.com/health/2021-04/29/c_1127391350.htm

- 급성 그리고/또는 만성통증관리에 대한 보완통합의학 접근방법의 영향을 규명하는 말초 조직 메커니즘 분석
- 힘 기반 중재(수동적, 동작 기반 치료 등) 등 보완통합의학적 중재를 위한 잠재적인 타겟으로서 만성통증의 근막 구성요소를 규명하기 위한 연구 수행
- 근골격계 통증 기전연구를 위한 기초연구 수행
- 통증관리를 위한 새로운 비중독성 식이보충제 후보 발굴
- 천연물과 유도체의 통증 특성의 기반이 되는 생물학적 메커니즘 규명을 위한 기초연구 수행
- 보완통합적 접근방법이 만성통증 상태와 관련된 여러 생물학적 시스템(뇌-장기-마이크로바이옴, 근막조직-뇌 등)에 미치는 영향에 대한 이해
- 소수자, 소외집단 등을 포함한 특정 집단의 통증관리에 대한 보완통합의학 중재에 기반이 되는 행동, 심리학적, 사회적, 생리학적 메커니즘 연구
- 급성 통증상태를 치료하고 만성통증의 발병을 예방하기 위한 보완통합의학적 접근방법을 위한 메커니즘 타겟 규명

- 바이오마커에 대한 우선과제는 다음과 같음

- HEAL, 기타 trans-NIH, trans-agency 프로그램을 활용하여 보완통합의학 개입에 대한 치료를 평가하거나 통증치료에서 통증치료에서 보완통합의학적 방법에 대한 효능을 예측하는 바이오마커 발굴 및 검증
- 특정 집단(소수자, 여성, 서비스가 부족한 집단, 아동, 노인 등)에서 보완통합의학 방법 응용프로그램과 함께 진단/예후 바이오마커 발굴 및 검증
- 근막통증의 정량적 평가 및 바이오마커 개발

- 임상연구에 대한 우선과제는 다음과 같음

- 천연물 유래 화합물의 진통 효과의 가능성을 결정하기 위한 임상연구 확대
- 통증 불평등 문제를 해결하기 위해 특정 집단(소수자, 여성, 서비스가 부족한 집단, 아동, 노인 등)을 위한 보완통합의학 접근방법에 대한 임상연구 수행
- 효능을 최적화하기 위해 의약품 단독 또는 조합과 함께 여러 비약물적 중재(명상, 프로바이오틱스 등)의 상호작용 분석
- 임상 및 지역사회 환경에서 증거기반 강화를 통해 보완통합의학 방법의 통합에 대한 구현연구 확대

○ (영양학적 중재를 포함한 상호작용의 복잡성) 영양학적 성분이 여러 생물학적 시스템에 미치는 영향에 대한 연구 등 다음과 같은 연구의 예상결과와 우선과제 제시

- 영양학적 중재는 복잡한 혼합물 형태로 전달되고 여러 생물학적 시스템에서 영향을 미침에도 불구하고, 건강증진 효과를 위한 복합 혼합물 사용 또는 천연물 제품이 여러 생물학적 시스템에 미치는 영향에 대한 연구는 상대적으로 적었음

- 이는 다중요소, 다중시스템 상호작용의 복잡성을 체계적으로 연구하는 데 어려움이 있기 때문이나, 영양학적 중재가 건강에 얼마나 효과를 줄 수 있는지 설명할 수 있는 혁신적인 방법이 요구됨
- 특히, 영양학적 중재에서 다성분 및 다중시스템 작용을 정량화하는 연구가 부족하여 인간 생물학(human biology) 마이크로바이옴을 포함한 인간생물학과 천연물간의 시스템 차원에서 상호작용에 대한 심층적인 분석이 필요함
- 동 연구의 예상결과는 다음과 같음
 - NCCIH는 개별 식물, 프로바이오틱스, 복수의 식물 및 다균주 포플러, 단일 또는 다중 생물학적 시스템, 잠재적으로 시너지 효과를 낼 수 있는 상호작용까지 포함한 영양학적 중재에 중점을 둔 연구 지원
 - 다양한 세포, 장내 미생물, 유전적 기여요인을 건강 회복 및 질병 예방으로 이어질 수 있도록 다중시스템 연구 수행
 - 바이오인포매틱스, 데이터 사이언스 등 최첨단 접근방법을 개발 또는 적용하여 개별적으로 미묘한 변화를 일으키나 여러 생물학적 시스템을 결합하여 큰 효과를 얻을 때, 여러 요소들의 기여도를 규명함
 - 생체의 그리고 동물모델을 통한 메커니즘 연구에서 다중시스템 결과에 기반한 인간 대상 효용성 및 효과성 연구로의 전환
- 이러한 영양학적 중재를 통한 상호작용 연구를 성공적으로 달성하기 위해 식물 (botanicals), 파이토케미컬(phytochemical)⁹⁾, 프로바이오틱스, 방법 개발로 구분하여 우선과제를 제시하고 있고, 다음은 식물 관련 우선과제임
 - 표현형 모델(세포, 무척추 동물, 설치류 등)을 이용하여 식물성 혼합물의 여러 성분이 여러 메커니즘을 통해 작용하고 개별 성분보다 나은 결과를 생성할 가능성에 대한 연구
 - 식물의 다중시스템 메커니즘 상호작용 분석
 - 활성, 생체이용률, 독성에 영향을 미치는 방법 등 여러 식물의 포플러에서 개별 성분들의 역할에 기반한 이론적인 프레임워크 연구
- 파이토케미컬에 대해서는 다음과 같은 우선과제 제시
 - 과일과 채소에 풍부한 파이토케미컬의 개별 성분의 작용이 여러 시스템에서 조합되고 상호작용하는 방법 연구
 - 폭넓은 폴리페놀의 작용을 설명하기 위한 통일된 가설 개발과 검증
- 프로바이오틱스에 대해서는 다음과 같은 우선과제 제시
 - 위장관에서 프로바이오틱스의 생물학적 작용에 대한 시공간적 역학 연구
 - 프로바이오틱스의 다중시스템 효과를 이해하기 위해 기반이 되는 새로운 메커니즘 발굴

9) 식물유래 영양소가 아닌 화학물질로 인체에 다양한 생리활성을 나타내 건강을 증진시켜 주는 화합물

- 장내 미생물군이 다른 식이 개입과 프로바이오틱스의 상호작용에 어떻게 영향을 미치는지 체계적인 연구 수행
- 식물 그리고/또는 식물성분과 프로바이오틱 균주의 개별 조합을 분석함으로써 이들의 결합작용이 개별적인 작용과 어떻게 다른지 규명

- 방법 개발에 대해서는 다음과 같은 우선과제 제시

- 복잡한 식이요법에서 시너지가 있는 성분을 예측하기 위한 측정 모델 개발 및 검증
- 프로바이오틱스와 복잡한 식이요법으로 개선된 숙주생리학적 상태를 모니터링하고 예측하기 위해 바이오센서와 인공지능을 조합한 첨단 예후/진단 시스템 개발 및 검증
- 다양한 기존 전통의학 진단 및 예후 의료시스템 비교 및 평가
- 다중 생물학적 시스템을 동시 평가할 수 있는 생체내 및 생체외 모델 개발 및 검증
- 다양한 식물 화학물질 입력과 여러 생물학적 시스템과의 상호작용을 통합한 혁신적인 시스템 생물학 모델 개발 및 검증

○ (연구역량 강화) 보완통합의학 연구역량은 동 계획에서 추구하는 연구주제에 상응하는 연구인재양성에 중점을 두고 있으며, 다음과 같은 예상결과와 우선과제 제시

- NCCIH는 지금까지도 보완통합의학 인재양성을 지원해 왔으며, 계속해서 보완통합의학 개입과 최첨단 연구방법에 대한 전문성을 갖춘 연구자 수와 다양성을 확대하는 것을 목표로 인재양성을 지원하고 있음

- 동 계획에서는 상위 목표인 보완통합의학 연구역량 강화를 위해 다음의 두가지 전략 제시

- 훈련된 연구자의 다양성과 수를 확대하기 위해 교육 및 경력 개발 기회 지원
- 개인 또는 기관 차원에서 학제간 협력 또는 파트너십 촉진

- 특히, NCCIH의 전략목표에 적합한 연구주제에 대한 전문가 교육과 경력개발을 지원하고, 천연물, 심신 그리고/또는 다중요소 접근방식에 대한 기초연구, 중개연구, 임상연구 등 경력단계별로 연수생을 지원할 계획임

- 또한, 전통적인 보완대체의료 의사, 관련 종사자, 임상심리학자, 간호사 등의 임상연구자의 경력개발 지원에 중점을 둘 계획이며, 구체적으로 개인 차원의 교육은 물론 다학제간 연구팀 구축을 장려하기 위해 기관차원의 학제간 파트너십 구축을 지원함

- 이러한 인재양성 지원을 통해 예상되는 결과는 다음과 같음

- 생물의학, 임상연구, 행동과학, 사회과학을 대표하는 그룹의 구성원 참여를 강화하기 위해 보완통합의학에 종사하는 연구자의 다양성 증가
- 다양한 임상 전문가를 위한 NCCIH 교육 및 경력 개발 포트폴리오 상의 임상-연구자 증가
- 학제간 팀 교차교육 및 개발 지원을 위한 기관차원의 학제간 협력 지원
- NCCIH 교육 및 경력 개발 포트폴리오는 기초연구, 기전연구, 중개연구, 임상연구 등 모든

경력 단계와 천연제품, 심신 임상 또는 다중 요소접근 연구에 대한 교육 포함

- NCCIH는 교육 및 경력 개발 활동에 대해 평가하고 실적이 저조한 활동 개선

- NCCIH에서 요구하는 인재양성 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 우선과제 제시

- 다양한 연구커뮤니티에 대해 기존 또는 신규 교육 및 경력개발 자금 조달 기회를 제공하기 위해 홍보활동 강화
- NIH의 다양화 정책과 일치하는 교육 및 경력개발 자금지원 기회 지원
- 여러 수준의 경력개발 임상의-연구자를 위한 교육 및 경력개발 자금지원 기회 제공
- 연구 교육 및 다학제간 연구팀 개발을 촉진하는 기관간 협력 구축을 위한 자금지원 기회 제공
- 블로그, NCCIH 웹사이트 개선사항 등 관련 자료들을 개발하고 NCCIH 연수생이 다음 단계 경력 상승을 지원하는 워크숍 개최
- 경력단계 전반에 걸쳐 적절하게 안내한 교육 및 경력개발 포트폴리오를 위해 주제영역별 프로그램 홍보
- 교육 및 경력개발 활동에 대한 정기적인 평가 수행

○ (심신의 통합적 접근에 대한 메커니즘과 바이오마커) 심신의 통합적 개입에 대한 메커니즘 규명, 바이오마커 발굴, 평가 등의 연구를 수행하며, 다음과 같은 예상결과와 우선과제 제시

- 심신을 통합적으로 다룬 메커니즘 연구 대부분은 성인의 신경계와 심리적/사회적 시스템에 초점을 두는 반면, 다른 생리학적 시스템, 기관, 조직에 대한 연구는 아직 미흡하고, 마찬가지로 다중 요소 접근법에 대한 메커니즘 연구는 단일요소만을 다루는 연구에 비해 부족

- 이에, 심신 통합적 개입의 기초가 되는 여러 영역(생물학, 행동, 사회, 환경)에 영향을 미치는 메커니즘에 대한 동물·인간에 대한 기초연구, 중재 효능 또는 치료결과를 예측하기 위한 바이오마커 연구, 중재의 효과를 최적화하기 위한 전략 개발 필요

- 또한, 최근의 유전체학, 뇌과학, 줄기세포, 시스템 생물학, 뉴로이미징, 예측 모델링 기술발전은 심신의 통합적 접근의 메커니즘 연구에 필요한 유망기술 개발 기회를 제공할 수 있음

- 동 연구를 통해 예상되는 결과는 다음과 같음

- 심신의 통합적 접근에 대한 반응을 구별할 수 있는 바이오마커 발굴
- 심신의 통합적 접근에 대한 기초연구에서 새로운 통찰력 제공 또는 접근방법 단독 또는 다른 치료법과의 조합을 통해 긍정적인 효과를 최적화하는데 사용될 수 있는 새로운 메커니즘 개발

- 이러한 연구를 성공적으로 달성하기 위해 필요한 우선과제를 다음과 같이 제시

- ① 혁신적인 인간세포 시스템 또는 장기시스템, ② 심신 통합적 접근과 관련된 새로운 메커니즘 발굴을 위해 유전자 변형 또는 전임상 동물모델개발 및 활용

- 다중시스템 효과(신체, 심리적 시스템) 또는 다중요소 중재(요소, 마사지 등)의 효과에 대한 메커니즘 규명
- 기존 의학적 접근(약리학적 또는 외과적 중재)과 결합된 심신 통합적 중재의 효과 분석
- 심신 통합적 중재에 대한 치료효능을 예측하는 바이오마커 발굴 및 검증
- 생애주기 또는 소수자를 대상으로 증상관리 건강증진, 회복, 질병 예방을 위한 심신 통합적 중재에 대한 혁신적인 메커니즘 개발
- 심신 통합적 중재(근골격-면역, 심혈관-내분비, 유전-사회, 뇌-장기 등)에 대한 다중시스템 메커니즘과 상호작용 평가
- 동물모델 또는 인간을 대상으로 힘 기반 중재(침술, 마사지, 도수요법 등)에 대한 생리학 시스템(신경, 근골격, 면역 등), 심리사회적 요인의 상호작용 이해
- 운동기반(스트레칭, 요가, 태극권, 기공 등), 자극(신경자극, 경두개 자기자극, 신경조절 등), 예술(음악, 댄스, 시각예술 등) 등 상대적으로 연구가 이루어지지 않은 심신 통합적 중재의 메커니즘 규명
- 심리적 맥락요인과 사회/환경적 상호작용(가족, 지역사회 차원에서)이 심신 통합적 중재를 조절하는 메커니즘 규명
- 심신 통합적 접근에 대한 메커니즘 연구를 위한 방법론 및 기술개발, 검증

○ (임상시험 지원) NCCIH는 보완통합의학의 방법에 대한 안전성, 효능/효과를 평가하기 위한 임상시험 지원을 하고 있으며, 이에 대한 예상 연구결과와 우선과제는 다음과 같음

- NCCIH에서는 ① 임상진료 지침 및 의료정책을 위한 근거 제공, 또는 ② 강력한 임상시험 수행을 위한 설계와 역량을 알리기 위해 충분한 사전 데이터를 제공하는 것으로 임상시험을 정의하고 있음
- 인간 대상 연구를 위한 프레임워크(전략목표1)를 개발하였고, 보급/구현과학 연구를 통해 기초 및 기전연구에서 지원되는 연구 범위를 정하고 있음
- 또한, 임상시험을 위한 일반화 가능한 피시험자를 등록시키고 전자건강기록(EHR) 데이터를 활용한 무작위 임상시험 지원에 초점을 두고 있음
- 이러한 임상연구를 통해 예상되는 결과는 다음과 같음
 - 임상지침 개발 및 의료정책 결정에 대한 근거 제공
 - 임상 포트폴리오는 타당성 시험, 무작위 배정 효능시험, 무작위 배정 효과시험, 보급 및 구현연구를 포함한 영양학적, 심리적, 신체적 접근에 대한 영향을 평가하기 위한 폭넓은 임상시험으로 구성
 - 초기단계의 임상시험 타당성이 인정된 중재는 안전성과 효능, 효과를 평가하기 위해 여러 현장에서 임상시험을 전개한 후, 효능/효과가 있는 중재방법은 의료시스템에서 수행되는 임상시험과 보급/구현 연구에서 평가됨

- 연구 포트폴리오에는 보완통합의학적 접근이 누구를 위해 어떤 조건에서 가장 효과적인지에 대한 가설을 입증하기 위한 혁신적인 디자인 실험도 포함
 - 지원자금이 허용되는 범위내에서 과학적 필요성에 따라 특정 연구영역의 임상시험 실행에 대한 공지
- 임상시험을 성공적으로 달성하기 위해 필요한 우선과제를 중재 이행 및 개발, 중재 개선 및 타당성 테스트, 중재 검증, 보급·구현연구로 구분하여 우선과제를 제시하였고, 이중 중재 이행 및 개발에 대해서는 다음과 같음
- 특정 의미와 기능이 있는 생물학적 시그니처에 대한 제품 영향을 재현할 수 있는지 평가하기 위해 프로바이오틱스를 포함한 천연제품 임상시험 지원
 - 다중요소 치료 및 시스템 통합에 대한 중재 매뉴얼 개발과 매뉴얼 타당성 검증 지원
- 중재 개선 및 타당성 테스트에 대해서는 다음과 같은 우선과제 제시
- 여러 현장에서 중재가 가능함을 입증하기 위한 시범연구 장려
- 중재 검증에 대해서는 다음과 같은 우선과제 제시
- 영양학적 중재의 경우 : 영양학적 중재가 생물학적 시그니처에 대한 재현가능한 영향력을 미친다고 사전 데이터가 입증할 경우, 무작위 배분 임상시험 지원
 - 심신 통합적 접근에 대한 연구의 경우 : 사전 데이터가 단독 또는 다중 요소 중재가 가능하다고 입증될 경우 무작위 배분 효용성·효과성 임상시험 지원
 - 중재가 건강관리 시스템에 통합될 때 효과적인지 여부를 결정하기 위해 효능성 또는 효과성이 입증된 영향, 심리적 그리고/또는 신체적 중재에 대한 실용적인 임상시험 장려
 - 연구가설이 임상연구 요구시 혁신적 또는 적절한 연구설계 적용
- 보급 및 구현 연구에 대해서는 다음과 같은 우선과제 제시
- 보급 및 구현 과학의 방법론을 통해 임상 또는 커뮤니티 기반의 치료환경에서 효능을 입증한 보완통합의학적 방법을 보급하거나 구현하기 위한 방법 연구 지원

○ (과학적 지식과 임상연구 이해를 위한 커뮤니케이션 전략 및 방법 개발)

- 미국에서 실시된 조사에 따르면, 사람들이 건강과학에 대한 이해나 증거 없이 에피소드를 중시하거나, 보조제 제조업체나 미디어의 과도한 주장을 믿음으로써 현명하지 않은 결정을 내린다고 함
- 따라서 보완통합의학을 활용하고자 하는 사람들에게 있어서 건강과학에 대한 이해가 필요하며, NCCIH는 연구와 현실에서의 소비자 사용의 중간에서 정보를 보급해야 함
- 보완통합의학에 대한 이해와 보급 관련 연구는 다음과 같은 연구결과가 예상됨
 - 자신의 건강정보를 토대로 한 증거기반 결정을 내릴 수 있도록 생물의학 연구 이해의 필요성에 대해 대중을 교육하기 위해 기존의 “Know the Science”에 대한 지속적인 노력 강화

- 정성적/정량적 평가, 사용성 검증, 콘텐츠 개발(편견, 인과관계 대 상관관계 등 새로운 주제), 과학 대변인 지원, 홍보 및 보급 등

- 이러한 연구를 위한 우선과제는 다음과 같음

- 연방정부 내외부 기관 파트너와 협력하여 건강과학에 대한 소비자의 이해를 제고하고, 인터넷, 대중매체, 광고의 잘못된 정보를 고치기 위해 지속적으로 노력
- 다양한 플랫폼과 다양한 대중이 이해하기 쉬운 자료 개발 및 평가
- 영향력 있는 이해관계자를 대상으로 한 직접적인 홍보를 통해 일반대중의 자료 활용 촉진

□ Whole Health Institute의 전인적 건강 모델 특징

- 20년에 Alice Walton이 아칸소주 벤톤빌에 설립한 민간연구소로, 전인적 건강 모델을 누구나 접근가능하도록 만드는 것을 기관 목표로 세움
 - 건강과 웰빙에 영향을 미치는 시스템을 근본적으로 재설계하는데 중점을 둠
 - 동 모델에서는 심신을 돌볼 수 있는 방법을 제공하며 가족, 친구, 지역사회의 지원도 포함한 의료팀과의 협력을 포함함
- 동 연구소에서는 일반인을 대상으로 자신의 건강과 웰빙을 개선하기 위해 자신에게 가장 중요한 것이 무엇인지 탐색을 도와주는 프로그램이 운영되고 있으나 연구는 본격적으로 진행되고 있지 않음

[참고] 전인적 건강 개념을 도입하고 있는 미국의 기관 및 제도 사례

- 미국 재향군인회(U.S Department of Veterans Affairs, VA)의 전인적 건강 접근
 - 퇴역군인의 건강과 웰빙 개선을 위해 만성질환의 생활습관 및 환경적 근본원인을 해결하는 것을 목표로 함으로써, 기존 질병 중심에서 개인 중심으로 패러다임을 전환하여 관련 모든 영역에서 건강한 생활습관을 우선시함
 - 기존 검사와 치료가 결합된 보완통합의학의 접근방식을 포함
- 미 국방부의 Total Force Fitness 제도
 - 전인적 개인에 초점을 둔 보다 포괄적인 방법에 대한 니즈에 대응하기 위한 만들어진 국방부 프로그램으로, 개인, 가족, 커뮤니티, US 군인의 건강, 웰빙, 회복력을 포함한 total fitness임
- 노스캐롤라이나의 보건복지부
 - 신체, 습관, 사회적 건강을 통합한 전인적 건강 개념을 주정부의 건강관리시스템에 결합시킴으로써 포괄적인 행동과학 건강 관리를 장려
- 심장질환 개선을 위한 Ornish 제도
 - 약물이나 수술없이 생활방식(운동, 금연, 스트레스 관리, 사회적 지원, 음식, 식물성 식단 등)을 바꿈으로써 관상동맥 심장병의 진행을 막는 것으로 입증된 집중 심장 재활제도임
 - 동 제도는 개인이 생활방식의 지속적인 변화를 만들고 유지하는데 필요한 지원을 의료전문가팀을 통해 제공함

자료 : NIH/NCCIH, <https://www.nccih.nih.gov/health/whole-person-health-what-you-need-to-know>

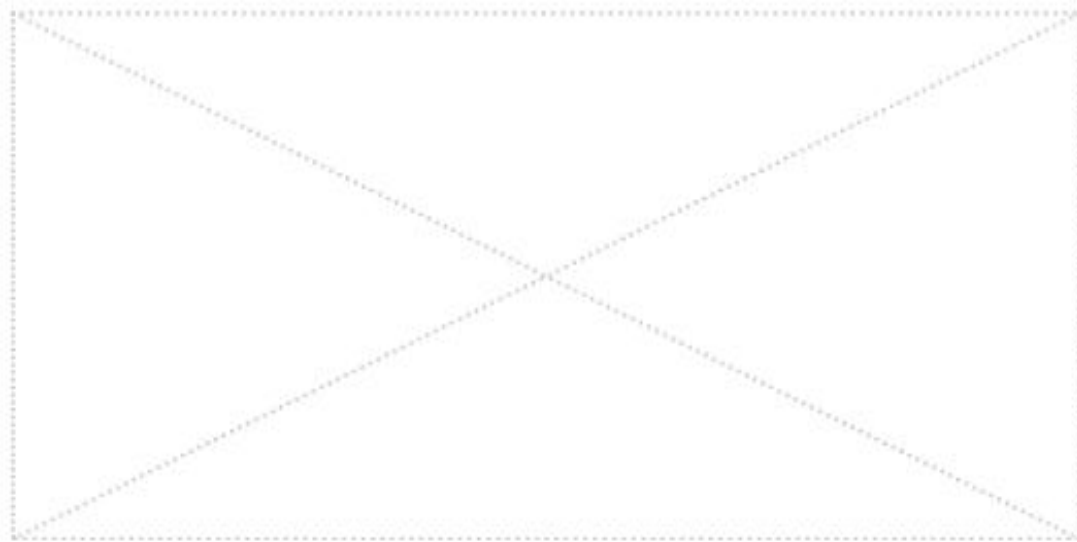
- 동 연구소의 전인적 건강모델은 사람들이 자신에게 가장 중요한 것이 무엇인지가 전인적 건강 계획에 도움이 된다는 개념임
- 프로그램 운영을 통해 삶의 의미, 열정, 목적을 찾아내어 개인이 목표달성을 통해 삶을 변화시키는 방법을 이해할 수 있도록 지원하는 것이 목적임
- 현재는 전인적 건강에 대한 교육과정을 몇가지 운영하는 수준이나, 아칸소주에 새로운 Whole Health 의과대학(Whole Health School of Medicine and Health Science) 설립 발표(2021년 3월)로 전인적 건강에 대한 의학교육 추진 예정¹⁰⁾

10) CISION, New Medical School to Be Established in Northwest Arkansas as Part of Alice Walton's Vision for Whole Health, <https://www.prnewswire.com/news-releases/new-medical-school-to-be-established-in-northwest-arkansas-as-part-of-alice-waltons-vision-for-whole-health-301240755.html>

3. 중국

□ 20년간의 중의학 증거기반 연구정책과 인식 변화¹¹⁾

- 중국은 중의학(TCM)에 증거기반(EBM) 연구정책을 도입한 지 20년 이상 되면서 EBM 연구 플랫폼 구축, 교육 활성화뿐만 아니라 EBM에 대한 인식이 상당수준 바뀌게 되었고, 임상연구의 절차 및 정책결정, 증거의 질적 수준에도 많은 영향을 줌
- 이러한 결과로 TCM 연구의 증거들이 다수 축적되었으며, 도입 당시와 달리 증거기반의 중의학 발전을 목도한 연구자들의 인식이 상당히 바뀌게 됨



자료 : Guihua Tian et al(2021)

[그림 3-2] 중국어/영어로 발표된 TCM의 SR/MA 출판물 증가 추이

- 현대과학기술을 이용한 중의학 연구 장려를 국가 책무로 규정하여 국가적 역량을 집중하여 정부 주도로 중의약 육성
 - ‘13년도부터 중의약의 법률적 지위를 보장하는 ‘중의약법’ 입법을 통해 중의약 발전을 별도의 장으로 독립, 국가의 중약자원 보호와 현대과학기술을 이용한 중약 연구 및 신약개발 장려 등의 의무 규정
 - 중의학과 관련하여 정보화, 인재양성, 현대화, 원격진료, 표준화, 과학연구정책 등 다양한 육성정책 시행
 - 예를 들어, 국무원의 ‘중의약 건강서비스 발전계획(15-20)’에서는 클라우드 컴퓨팅, IoT 및 기타 IT 기술을 이용한 지능형 중의약 건강서비스 제품개발 강조

11) Guihua Tian et al, Evidence-based traditional Chinese medicine research: Two decades of development, its impact, and breakthrough, Wiley J Evid Based Med. 2021;14:65-74

□ 중의약의 장기적 발전을 위해 중의약의 전통계승과 혁신성 동시 강조¹²⁾

○ 「건강중국 2030」 계획(2019-2030)¹³⁾에서도 중의학 계승과 혁신사업을 전개할 것을 제시

- 2016년, 중국 국무원은 국민건강수준을 선진국형으로 향상시키기 위한 중장기 정책으로 '건강중국 2030 계획 요강'을 발표, 건강한 생활방식 및 건강시스템 구축을 통해 주요 건강지표를 선진국과 동일한 수준으로 개선시키는 것을 목표로 함

※ 헬스케어 산업의 투자를 확대하여 2015년 3조위안에서 2020년 8조위안, 2030년에는 16조 위안 규모로 발전시킬 계획

- 핵심전략으로 GHCS (Green Health and Care System)를 제시하고, “그린”의 개념을 친환경적 의미를 포함하여 시민의 사회·경제적 환경 개선까지 확대함

<표 3-5> 중국 GHCS 구현을 위한 5대 변경사항>

구분	변경 전	변경 후
서비스 개념	질병 중심	종합 건강 중심
서비스 대상	환자 그룹	전체 인구
서비스 모델	수동형, 파편화 서비스	능동형, 시스템형, 통합형 서비스
서비스 기능	치료 및 예방에 중점	건강관리 서비스를 포함한 전방위 서비스
서비스 주체	단일 의료 위생 기관	국가, 사회 및 개인의 공유 모델

- 건강중국 2030('16)을 통해 매년 가파르게 증가하고 있는 의료비 지출에 대한 대응방안으로 여러 가지 형식의 보조적 보험과 민영건강보험 가입을 장려하고 공공의료 이외의 다양한 의료서비스 수요를 충족시키고자 함

▪ 도농간 의료서비스 격차를 해소하는 한편 아동, 노인, 여성 장애인, 저소득 취약계층의 보건의료서비스 우선 확대를 주요 골자로 하고 있으며, 이는 중국 경제발전 방향이 질적성장으로 전환되는 것을 시사하는 동시에 보건의료서비스 확대와 의료기기 사업에 대한 대대적인 투자를 예고함

- 2019년 개정된 계획에서는 도시화, 공업화, 고령화에 따라 심장, 뇌, 혈관질환, 암, 만성호흡기질환, 당뇨병 등이 증가하면서 생활습관개선 및 건강에 대한 지식보급에 중점을 둠

▪ 즉, 예방을 최우선으로 고려한 건강한 라이프스타일을 촉진시켜 질병을 줄이고 조기진단, 조기치료, 조기재활을 상정하고 있음

○ 「건강중국 2030」 계획('19)의 중의학과 관련해서는 제9장(중국전통의학의 고유한 이점 활용)에서 서비스 능력 개선, 건강유지/관리, 질병예방에 대한 서비스 개발, 계승과 혁신의

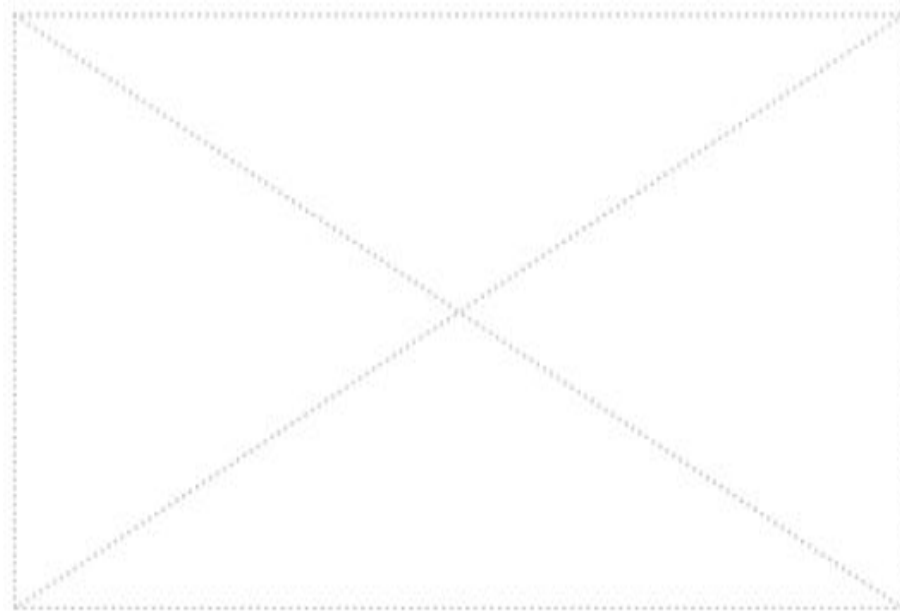
12) KPMG 중국, 第14次五ヵ年計画の各業界への影響, 2021.1.

13) http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm

3가지 세부 아젠다 설정

- (서비스 능력 개선) 임상 수월성 함양 프로젝트를 통해 질병 예방과 치료에 대한 연구를 강화하고, 중의학과 서양의학의 통합 강화를 통해 중증질환, 난치성 질환의 임상효능 강화를 제시하고 있으며, 이외에도 다음과 같은 내용을 제시
 - 중국 전통의학의 비약물 요법을 적극적으로 개발하여 만성질환 예방 및 치료에 기여
 - 중의학 재활서비스 개발
 - 도시와 지방의 보건서비스 센터에 중의원 및 관련 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 설립함으로써 적절한 기술을 홍보하고, 기본적인 수준에서 보건의료기관에서 중의학 서비스를 제공하도록 함
- (서비스 개발) 질병예방을 위한 중의학 건강 프로젝트를 추진하고 중의학의 장점과 건강관리를 결합하여 건강문화, 건강관리, 건강보험을 통합한 중의학 건강보험 모델 개발
 - 또한, 중의원 서비스 영역을 확장하여 대중에게 중의학 건강상담 및 평가, 중개, 사후관리, 기타 질병치료 서비스를 제공하고, 중의학 의료기관과 임상의가 건강 상담 및 관리에 대한 기술을 제공하도록 권장
 - 중의약에 대한 지식과 쉬운 의료기술을 적극적으로 보급하고 중의약 무형문화유산 보호 및 계승 강화
- (계승과 혁신) 중의학 고전 의학서적 연구와 발굴을 중심으로 프로젝트를 수행하여 과거 학문이론, 학파, 교리를 종합적이고 체계적으로 정리하여 학문적 사고와 임상을 계속 장려
 - 현대의 유명하고 오래된 중의학 전문가의 진단 및 치료경험, 진단/치료기술, 처방을 발굴하여 중의학 문화 계승과 발전 촉진
 - 중의학 지식 보호시스템을 구축하여 전통지식 보호 리스트 작성
 - 현대과학기술 성과와 통합하여 중의약 처방을 연구함으로써 중의약 예방/치료기술을 개발하고, 주요 난치병, 만성질환 등에 대한 신약개발 강화, 중의학 이론 발전 지속 촉진
 - 중의학 의료서비스를 개발하고 다국적 기업, 전체 산업체인에 서비스를 제공하는 국제적으로 유명한 중국 브랜드 창출을 가속화
 - 중요한 중의약 자원과 생물다양성을 보호하고 중의약 자원에 대한 종합조사, 다이나믹한 모니터링 실시
 - 대규모 정통 및 멸종 위기에 처한 약재 묘목 육성기지를 구축하고 중의약 재료시장에 대한 다이나믹한 모니터링 정보를 제공하여 중의약 재배산업의 녹색성장 촉진
- 빅데이터를 중의학에 활용하는 정책을 내세운 계기는 2016년 건강대회에서 시진핑 주석이 빅데이터 기반의 국민건강 정보서비스시스템을 구축하여 관리/파악을 강화하겠다는 발언이었고, 이를 기점으로 “의료분야의 빅데이터 활용”이 이후의 중점사항이 됨
 - 24장(건강정보 서비스 시스템 구축)의 세부 아젠다로 “의료분야 전체에 대한 빅데이터 적용 촉진”을 제시하고 있으며, 여기에서는 보건의료 빅데이터 응용시스템 구축을 강화

하여 지역 건강정보플랫폼을 기반으로 보건의료 빅데이터 공개 및 공유, 심층 마이닝, 광범위한 응용 추진



[그림 3-3] 건강중국 2030 계획('19)의 주요 아젠다

- 데이터의 장벽을 없애고 분야간 협력을 통해 의료/헬스케어 데이터 공유 메커니즘 구축, 통합되고 중앙 집중화된 의료데이터 공유 메커니즘 구축, 정보시스템의 데이터 수집, 통합공유, 비즈니스 구현
- 이후, 2019년 「건강중국 2030」이 재검토되기 전, 국무원에서 건강중국 2030 계획에 대해 “인터넷 + 의료/헬스케어” 발전 촉진에 대한 의견 제출¹⁴⁾
 - 2018년 4월, 국무원은 각 성/자치구/직할시 인민정부, 국무원 각 부처와 위원회, 직속기구를 대상으로 「“인터넷 + 의료/헬스케어” 발전 촉진에 관한 의견」을 발표하고 <인터넷과 의료, 건강관리의 융합발전> 촉진을 위한 정책 조치 제시
 - 현대화 관리의 수준 향상, 자원배치의 최적화, 서비스 모델의 혁신, 서비스 효율성 향상, 서비스 원가 절감, 증가하는 인민 대중의 의료위생 건강 요구 충족 등이 핵심내용임
 - 건강의료 빅데이터 보급의 가속화로 ‘인터넷 + 의료/헬스케어’ 서비스의 새로운 패러다임이 활성화되면서, 의료격차를 해소하고 의료서비스의 질적 효율성을 높임으로써 경제발전의 새로운 동력 증진에 중요한 역할을 할 것으로 예상함
 - 특히 중서부 지역, 농촌 빈곤지역, 변방지역에 ‘인터넷 + 의료건강’을 적극적으로 반영하여 양질의 의료자원을 도입하여 의료서비스의 가용성을 제고하고자 함

14) 關於促進‘互聯網+醫療健康’發展的意見,

http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-04/28/content_5286645.htm

<표 3-6> ‘인터넷 + 의료/헬스케어’ 발전 촉진 정책조치의 주요 내용

아젠다	주요 내용
인터넷 + 의료/헬스케어 서비스체계 정비	인터넷 + 의료서비스 발전, 혁신적인 인터넷 + 공공위생서비스, 인터넷 + 홈닥터 계약서비스 최적화, 인터넷 + 의약품 공급 보장서비스 보완, 인터넷 + 의료보장 결제서비스 추진
인터넷 + 의료/헬스케어 지원체계 지원	의료건강정보의 상호 공유 가속화, ‘인터넷 + 의료/헬스케어’ 표준체계의 진전화, 병원관리와 편의 서비스 수준 향상, 의료기관 인프라 역량 개선, 관련 패키지 정비를 위한 시책을 적시에 정비
업계의 감시와 안전보장 강화	의료품질 감사를 강화하고 데이터 보완 강화

- 「제14차 5개년 계획」(21-25)에서 국가혁신시스템 구축을 목표로 바이오, 뇌과학, 생물육종 등을 프론티어 분야로 설정, 타 분야에서의 디지털 기술 응용을 유망성장 분야로 설정¹⁵⁾

- 노동력 부족, 인구 고령화 문제와 함께, 미중대립 격화로 해외 기술도입의 어려운 가운데 과학기술의 자립자강을 위해 ‘국가혁신시스템 구축’을 최우선 과제로 제시
- 특히, 국가실험실의 주도로 인공지능, 바이오(생명/건강), 뇌과학, 생물육종 등 전략적 국가 중대과학기술 프로젝트를 선정하여 집중 투자할 계획(기초연구 10개년 행동계획 책정 예정)
- 디지털 산업과 타산업의 융합을 동시 추진하는 전략을 내세워, 디지털 기초기술인 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, IoT, Industrial Internet, 블록체인 등 디지털 기술 응용을 유망 성장 분야로 제시

□ 국무원, 중의약 과학화와 융합전략을 포함한 발전전략 「중의약 발전전략규획강요(2016-2030)」 발표

- 2016년 「건강중국 2030」 계획개요를 처음 발표한 후, 중의약 발전을 국가전략으로 승격하고 새 시대의 중의약 발전을 위한 체계적인 계획을 수립한 「중의약 발전전략규획강요(2016-2030)」(《中医药发展战略规划纲要》¹⁶⁾)을 발표함
- 「건강중국 2030」 계획이 중국 인민 건강을 개선하기 위한 지침이라고 한다면, 「중의약 발전전략규획강요(2016-2030)」는 “중의약의 완전한 활성화, 보건의료시스템 개혁의 가속화, 중국 고유의 보건의료시스템 구축, 「건강중국 2030」 계획 추진에 중점을 둔 청사진임
- 발전전략을 위한 중점과제로 ①중의 의료서비스 역량 개선, ②중의 양생 보건서비스 발전, ③중의약의 계승 강화, ④중의약 혁신 촉진, ⑤중의약 산업발전 수준의 전면적 개선, ⑥중의약 문화 발전 추진, ⑦중의약의 해외 발전 추진 등이 포함

15) 《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》(2020. 11. 3), http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm

16) 国务院关于印发中医药发展战略规划纲要(2016—2030年)的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-02/26/content_5046678.htm

- 네 번째 중점과제인 “중의약 혁신 촉진”에서 중의약의 과학화와 타분야 융합 내용이 집약되어 있고, 중의약 협력 혁신체계 구축, 중의약 과학화 연구역량 강화, 중의약 과학화 연구 평가체계 개선의 3개 세부과제로 재구성됨
 - (중의약 협력 혁신체계 구축) 국가 및 성급 중의약 과학 연구기관을 중심으로 대학, 의료기관, 기업 등과 ①중의약 협력 혁신체계 구축과 ②중의약 과학 연구기반 플랫폼 확대
 - (중의약 과학화 연구역량 강화) ①현대 과학기술과 중의약 연구방법론을 활용한 중의약 기초이론과 변증논치에 대한 현대식 해석, ②경락의 특이성과 침과 뜸의 메커니즘 확인, ③중의약 복합처방 효과물질의 근거 및 기전 확보, ④현대 과학기술 수단을 종합적으로 활용한 중의약 진단 및 치료 기기 등 연구 수행
 - (중의약 과학화 연구평가체계 개선) ①중의약 특성에 맞는 연구평가 기준 및 제도 확립, ②중의약 혁신에 대한 인센티브 정책 수립, ③한약재 특성에 따른 치료 효과 평가시스템 구축
- 첫 번째 중점과제 “중의학 의료서비스 역량 개선”에서도 ‘인터넷 + 중의학 촉진’을 통해 현대과학기술을 활용한 중의약 의료서비스 환경 개선에 대해 다음과 같이 언급
 - 중의 원격진료, 모바일진료, 스마트진료 등 인터넷을 접목한 새로운 의료서비스 모델 개발의 필요성 강조
 - ※ 모바일, IT 기술을 활용한 온라인 진단/치료 예약, 진단 알림대기, 의료비 결제, 진단/치료보고서 조회, 약물전달 등 서비스 제공
 - 의료영상, 검사보고서, 기타 건강기록을 통합하는 **의료정보 공유서비스 시스템**과 병원간 중의학 의료데이터의 공유/교환을 위한 **표준시스템 구축**
 - ※ 인터넷 검색을 통해 의료 어드바이스, 전자처방전, 기타 온라인 중의학 의료서비스 응용프로그램 확대
- 첫 번째 중점과제 중 “중·서의 의학자원 통합 촉진”에서 현대과학기술 활용을 토대로 “연구플랫폼”과 “서비스역량” 측면에서 다음과 같은 내용 제시
 - (중서의학 혁신 연구플랫폼 구축 강화) 중서의학 임상협력 강화, 중증/난치병에 대한 공동 연구 수행
 - (중서의학 통합 서비스 역량 강화) 고유한 중서의학 통합 진단/치료 계획 수립, 주요질병/난치병, 급성/중증환자의 임상적 효능 확보, 국가 중대 협력 메커니즘과 중의학 모델 구축, 중서의학 통합병원 건설 여건 조성 등
 - (인재양성) 중서의학 통합 인재양성 정책 개선을 통해 중서의학 통합 학습시스템 구축, 양의학 임상이가 중의학을 배울 수 있도록 장려, 중서의학 통합교육 고도화
- 두 번째 중점과제 중 “중의 양생·보건 서비스의 대중화”에서 중의학 관련 기관들이 생물학, 생체공학, 인공지능 등 현대과학기술을 최대한 활용한 건강 식품 및 기기 개발 권장을 제시
- 이 외에, 다섯 번째 중점과제 “중의약 산업발전 수준의 전면적 개선”의 세부과제 “중의약 산업체계 전환 촉진”과 “현대식 중의 약재 유통체계 구축”을 위해 다음과 같은 내용 제시

<표 3-7> 「중의약발전전략규획강요(2016-2030)」에서의 중의약 과학화 융합 발전 요약

1. 중의약 의료서비스 역량 개선	
1) 도시·농촌 통합 중의 의료서비스 네트워크 구축	- 중의 의료서비스에 대한 지역균등발전 1차의료에서의 중의약 건강관리 수준 향상
2) 중의약의 질병 치료와 예방 치료 효과 향상	- 중의약을 활용한 전염병 예방 및 치료능력 향상 - 중의약의 응급대처능력 향상 - 중의약을 활용한 신의료기술 개발
3) (현대과학기술 활용과 중·서 의학자원 통합을 통한) 중·서의 통합 촉진	- 중·서 의학 혁신 연구 플랫폼 구축 - 통합 진료 서비스 역량 강화
4) 민족의약 발전 촉진	민족의학 병원 설립 지원
5) 중의약 서비스의 접근성 확대	중의 외래진료소 설립 지원
6) “인터넷+” 중의진료 촉진	- 인터넷을 접목한 새로운 의료서비스 모델 개발 - 의료 정보 공유서비스 시스템 확보
2. 중의 양생·보건 서비스 발전	
7) 중의 양생·보건 서비스 체계 구축 가속화	- 중의 양생·보건 관련 기관설립 지원 - 중의 양생·보건 관련 정책 수립
8) 중의 양생·보건 서비스의 대중화	- 병원, 학교, 가정 등에서 중의 양생·보건 교육 지원 - 현대기술을 활용한 보건 식품 및 기기 개발
9) 중의 노인복지 서비스 발전	노인 요양 시설, 지역 사회와 가정에 중의 의료서비스 지원
10) 중의 의료 관광 서비스 발전	- 중의 의료서비스와 관광산업의 유기적 통합 - 중의약 건강 관련 상품 개발
3. 중의약의 계승 강화	
11) 중의약 이론 방법의 계승	- 과거 중의약의 학문적 이론 집대성 - 고대 중의약서의 디지털화
12) 중의약 전통 지식 보호와 기술 발굴	- 중의약 지식보호에 대한 데이터베이스 구축 - 중의약 임상 치료 및 양생·보건기술 개발
13) 중의약 전승 교육을 강화	중의약 전승 교육 양성체계 구축
4. 중의약 혁신 촉진	
14) 중의약의 협동 혁신 체계 구축	다학제간 중의약 협력 혁신 시스템 구축
15) 중의약 과학화 연구 역량 강화	- 중의약 기초이론과 변증논치에 대한 현대식 연구 - 경락의 특이성과 침과 뜸의 메커니즘 연구 - 중의약 복합처방 효과물질의 근거 및 기전 연구
16) 중의약 과학화 연구 평가 체계 개선	- 과학적 연구 평가 기준과 제도를 확립 - 중의 약재의 치료 효과 평가시스템 구축
5. 중의약 산업발전 수준의 전면적 개선	
17) 중의약 자원 이용 보호 강화	- 중의 약재 분류 체계 개선 - 중의 약재 재배 기지와 중약재 자원 조사 시스템 구축
18) 중의 약재의 재배와 양식 규범화	중의 약재의 규모화·규격화를 위한 노력 강조
19) 중약 산업체계 전환 촉진	- 중의약 생산 공정 및 절차의 표준화·현대화 - 중의약 산업의 기술통합 및 공정혁신을 통한 효율화
20) 현대식 중의 약재 유통체계 구축	- 중의 약재 생산 추적시스템 - 빅데이터를 활용한 중의 약재의 생산정보 수집, 가격 변동 모니터링 및 분석 - 중의 약재 생산 및 유통 전반에 걸쳐 품질 관리 및 품질 추적 시스템 구축
6. 중의약 문화 발전 추진	
21) 중의약 문화의 번영	중의 진단 및 치료 기술 등 비약물적 조치에 대한 유네스코 무형문화유산 등재
22) 중의약 문화산업 발전	미디어 매체와 중국 전통의학의 효과적으로 통합하고 새로운 중의약 문화 제품 및 서비스 개발
7. 중의약의 해외 발전 추진	
23) 중의약의 대외 교류 협력 강화	- 각국 정부 및 국제기구와 지속적인 교류 - 해외 중의약 글로벌 협력 센터 구축
24) 중의약 국제 무역 확대	- 중의약에 대한 국제 무역과 국가 대외 무역 발전 전략과 통합 - 중의 약재 해외 자원 개발 지원과 해외 중의 약재 생산 및 유통 품질 관리 강화

- (중의약 산업체계 전환 촉진) 중의약 산업 디지털화, 네트워크 및 지능화 촉진, 기술통합/공정혁신 강화, 중의약 기기 제조역량 향상, 중의약 생산 공정/절차의 생산공정·절차의 표준화·현대화 가속화 등

※ 중의약 표준화를 위한 실행계획 이행 촉진을 통해 산업전체 체인밸류에 대한 표준시스템을 구축하여 “중의약 산업의 수질오염물질 배출 표준”(GB 21906-2008)에 대응하는 중의약 그린제조시스템을 조성에 대해서도 구체적으로 언급

- (현대식 중의 약재 유통체계 구축) 중의 약재의 유통에서 빅데이터를 통한 중의 약재의 생산 및 가격 메커니즘 모니터링 및 분석, 예측/조기경보에 대한 정보수집 강화

□ 증거기반 중의학 연구 강화 및 고품질 개발을 촉진하기 위한 첨단 IT 기술을 적용한 “증거기반 중의학 연구(Evidence-based Traditional Chinese Medicine Research)” 프로젝트(19~) 추진¹⁷⁾

○ 증거기반 중의학의 코로나 19 치료 성공을 통해 자신감이 붙은 중국은 “관상동맥 폐렴 관련 전염병 예방/관리에 있어서 중의학의 역할을 더욱 강화하고자 함

○ 그간 인정받은 효능평가 연구보다 임상연구에 대한 양질의 근거 제시가 시급히 개선되어야 한다는 문제를 해결하기 위해, 중의학에서 근거기반 의학 연구를 더욱 강화하고, 임상연구에 대한 방향 제시

○ ‘21년 4월 연구보고에 따르면, 첨단 IT 기술 적용을 통해 폐렴 및 인플루엔자에 대한 근거기반 평가지표 리스트 발표

○ 동 시스템(증거기반시스템, EVDS)에는 80,000개 이상의 무작위 대조시험 결과와 1,700개 이상의 중국 특허 의약품(중의약 주사제 포함)에 대한 4,000개 이상의 리뷰가 포함됨

○ 최근에는 EVDS 근거 점수와 전문가 합의를 기반으로 100개 이상의 제품 중 증거기반이 우수한 의약품이 선정됨

17) http://www.xinhuanet.com/health/2021-04/29/c_1127391350.htm

4. EU

□ 유럽전통약초 의약품 법령(THMPD)에 따라 전통약초의 안전성 및 유효성 검증 강화¹⁸⁾

- 유럽전통약초 의약품 법령(European Directive on Traditional Herbal Medicinal Products, THMPD)이 2011년 4월부터 발효됨에 따라 전통약초의 안전성 및 유효성에 대한 검증 강화
 - 기존 Medicines Directive(2001)법을 개선하여 사용빈도가 높은 약초제품(Herbal medicine)의 안전성 및 품질관리를 위한 전통약초 의약품명령(THMPD) 제정을 통과
 - THMPD가 제정되기 이전의 EU 한약규제는 각국 자율재량으로 유효성과 안전성에 대한 보장 없이 환자들에게 허용되었지만, THMPD로 인하여 전 EU 국가들에게 전통약초에 대한 기준이 동일
 - 소매점에서 대중에게 직접 팔린 약초 제품들을 대상으로 입법화된 것으로 THMPD는 시장에 판매되는 모든 전통의약제품들은 반드시 적어도 30년의 안전한 사용이 있어야 함을 요구
 - EU 외부에서 기원한 약초 의약품이라 해도 반드시 EU 내에서 15년 이상 안전한 사용이 이루어졌어야 함을 요구하며, 약초제품들 역시 우수생산지침(GMP)에 따라 생산 요구

□ 보완대체의학에 대한 각 회원국들 간의 조화로운 공통 규제 시스템 정비 추진

- '19년 기준 유럽에서는 약 15만명의 의사(등록) 및 약 18만명 이상의 등록 및 인정된 비의료 보완대체의료기술자가 보완대체의학을 실시하고 있으며 해당 분야에 지출하는 비용이 거의 1억 유로에 달하는 것으로 추정
- 하지만 유럽연합(EU) 회원국들 사이에서 보완대체의학의 정의, 종사자의 자격, 허가 및 상환 시스템, 그 재원 등에 관한 규율은 상이
 - 일부 회원국의 경우 보완대체의학이 주류 보건기관 밖에서 제공되나 다른 일부 회원국에서는 주류 보건서비스의 일부로 제공되고 있거나, 몇몇 회원국에서는 의사에 의해서만 제공될 수 있지만 다른 회원국들에서는 의사가 아닌 사람도 특정 보완대체의학 치료를 제공
- 유럽집행위원회는 EU가 북미, 아시아 및 호주에 비해 보완대체의학에 대한 접근이 뒤처져 있는 것으로 인식하고 EU에서 보완대체의학에 대한 조화로운 공통 규제 시스템 정비* 추진
 - * 유럽연합 차원에서의 보완대체의학의 정의, 법적 지위 등에 관한 공통적으로 동의된 표준의 채택, 보완대체의학 치료의 효과에 관한 데이터 확보, 국가적 보건시스템에서의 보완대체의학의 통합 등
 - EU는 보완대체의학과 기존 의약품과의 상호작용, 사용자 안전, 보완대체의학 품질확보를 위해 보완대체의학 전반에 대한 통합 규정 마련 추진 중

18) 한의신문(2019.04.01), 세계시장서 주목받는 전통의약, 국외 보건의료 법·제도 경향은?

- 의사협회와 물리치료사, 조산사, 침술사 등 직역 단체를 중심으로 보완대체의학의 안전, 품
질확보를 위한 요구사항 설정 등 표준화된 가이드라인 마련 중

□ 식물요법유럽협력기구(ESCOP)에서 유럽 내 생물생약에 대한 기준 결정¹⁹⁾

- 유럽은 세계 천연물의약품의 주요시장으로서 약 53%를 차지하고 있고, 독일이 39%, 프랑스 21%, 이태리 8%, 폴란드 6%, 영국 5% 순('13년 기준)
- 유럽은 천연물의약품의 사용 및 처방 빈도가 높음에 따라 각국 전문가로 구성된 식물요법 유럽협력기구(European Scientific Cooperative on Phytotherapy,ESOOP)*에서 생물생약에 대한 평가 범위, 연구개발 방향 등을 결정
 - * 유럽 전역의 국가 약초 또는 식물 요법 협회를 대표하는 기구로 설립
- 식물요법을 '품질, 안전성 및 효능의 표준규정에 따라 질병 또는 상해를 치료 및 완화하거나 예방 시 식물로부터 유래된 의약품을 활용'으로 정의하고 식물요법의 제도 및 R&D 지원
- 천연물의약품의 과학적 지위를 높이고 유럽 내 생물생약 조화로운 규제 및 임상연구 지원
 - 약초 의약품을 평가하기 위해 조정된 과학적 프레임워크를 개발
 - 식물요법에서 임상 및 실험연구를 지원
 - 약초 의약품, 특히 일반적인 의료행위의 수용을 촉진
 - 식물요법 분야의 과학적이고 실용적인 지식을 국제적으로 축적하고 확장
 - 한방 의약품을 사용자들을 위해 최적으로 보호할 수 있도록 적절한 조치를 지원
 - 식물 약물의 실험 및 임상연구에 관한 참고 논문을 작성
 - 목표를 발전시키기 위해 국제 식물요법 협회들 간의 협력 증진
- 식물요법(Phytomedicines)의 안전하고 효과적인 사용을 위한 유럽 표준을 제작하는 EU BIOMED 연구프로그램 수행
- '96년부터 '10년까지 약초의 약용에 관한 108가지 약초 논문 및 책자를 출판하고, '11년부터는 ESCOP 웹 페이지에 생약생물 논문 및 개정판을 지속적으로 출판
 - 유럽 의약청(European Medicines Agency)의 허벌메디신제품위원회(HMPC)에 공식적인 검토 자료로 활용
 - 유럽 마케팅 승인에 대한 핵심 논문을 생성하는 데 사용
- 생물생약에 대한 정보를 수집하여 국민들을 위한 모바일 앱(ESCOP Herb Reference App) 출시
- 다양한 국제 심포지엄과 공동회의 개최하여 국제협력을 수행

19) 식물요법유럽협력기구 홈페이지(<https://escop.com/>)

제2절 산업적 환경 및 전망

1. 시장규모

□ 전통의학을 활용한 심신요법과 디지털 헬스가 세계 보완대체 의료시장 및 보건의료시장 성장의 주요 기폭제로 작용 예상

○ Grand View Research, Inc. 보고서²⁰⁾에 따르면, 세계 CAM 시장규모는 2021-2027년 사이에 연평균 22.03% 증가하여, 2028년에는 4,046억만 달러 규모로 성장할 것으로 전망

○ 이러한 성장의 동인으로는 요가, 명상, 자기요법, 침술 등과 같은 보완대체의료 방법들이며, 최근 선진국을 중심으로 인기를 끌고 있기 때문임

– 일반적인 사람들이 보완대체의료를 폭넓게 받아들이면서 요가스튜디오, 명상센터, 스파 등 관련 시설들을 증가시키고 있음

– 이중, 자기요법은 전통의학 분야의 전문가들 사이에서 많이 채택되고 있는데, 아직 초기단계까지는 하나 몇몇 임상시험에서 통증관리에 유효한 결과를 내고 있음

○ 또한, 요가와 같은 심신 모두를 다루는 전통의학에서 앞으로 상당한 관심이 집중될 것으로 예상하고 있음

– 신체(body) 힐링 중재 분야에서는 요가가 가장 큰 점유율을 차지하는 반면(36.27%), 심리(mind) 힐링 분야에서는 최면치료가 22.44%로 가장 빠르게 성장할 것으로 예상

○ 특히, 암, COVID-19, 심혈관 질환 등과 같은 만성질환 전반에 걸쳐 요가, 심리적 치유방법에 대한 적용이 확대되면서 이 분야의 성장이 커질 것으로 전망하고 있음

– 2020년 1월, 미국에서 발표된 설문조사에 따르면 미국내 임상의 50% 이상이 환자에게 최소한 하나 이상의 보완대체요법을 권장하고 있음

□ 각국의 정부 정책이 보완대체의료의 도입을 가속화하고 시장규모를 확대하는 중요한 동인으로 작용

○ 선진국을 중심으로 재정적 지원, 보완대체의학 정부시설 설립 등을 통해 국가차원에서 정책이 추진되고 있음

– 또한, 기존 현대의학의 사회적 비용이 높다는 점에서 기업*들도 보완대체의료시장에 대한 투자에 적극적임

* 영국에 본사를 두고 있는 The Healing Company는 “reflexology”, Havening 기법, 레이키(reiki) 등 다양한 보완대체의료 방법 채택

– 지방정부 또는 지방기업들도 보완대체의학과 관련된 의료관광에 초점을 두고 있는데, 최근

20) Grand View Research, Inc., Complementary And Alternative Medicine Market Size, Share & Trends Analysis Report By Intervention (Botanicals, Mind Healing, Body Healing, External Energy, Sensory Healing), By Distribution Method, And Segment Forecasts(2021 - 2028), 2021.2.

인도 정부도 CAM 관련 시설 개발과 표준화에 대규모 투자는 주목할 만함

- Grand View Research, Inc. 보고서의 분석에 따르면, 치료요법(interventions)와 결합한 천연물 시장(허브, 오일, 치료보조제 등)이 전체의 38.48%를 차지하고, 심신 중재분야에서는 요가가 36.27%를 차지함
- 이외에도 노인인구 급증, 동종요법 의약품 부작용 등으로 CAM에 대한 개념 및 강점이 최근 소비자들에게 넓게 받아들여지고 있어, 고객기반으로 대폭 확대되고 있다는 점에서 이러한 성장을 전망하고 있음

□ 세계 Digital Health 시장, 2020년 1,525억달러에서 2026년 4,567억달러로 매년 18.8%씩 성장 예상

- Global Industry Analysts Inc.(2021)²¹⁾에 따르면, 세계 Digital Health 시장은 2020년 1,525억달러에서 2026년 4,567억달러로 매년 18.8%씩 성장 예상
- 이중, 모바일 헬스(mHealth)는 2026년 2,531억 달러 규모로 가장 큰 비중을 차지하며 매년 16.6%씩 성장 예상
 - 전문가 분석에 따르면, mHealth 기술의 채택 증가, 예방의료 트렌드 증가, mHealth 신생기업의 자금력 증가 등으로 큰 점유율 차지 예상
- 이외에도 정부의 이니셔티브 증가, 전자건강기록 시스템에 대한 수요 증가로 강력한 성장을 견인할 것으로 예상

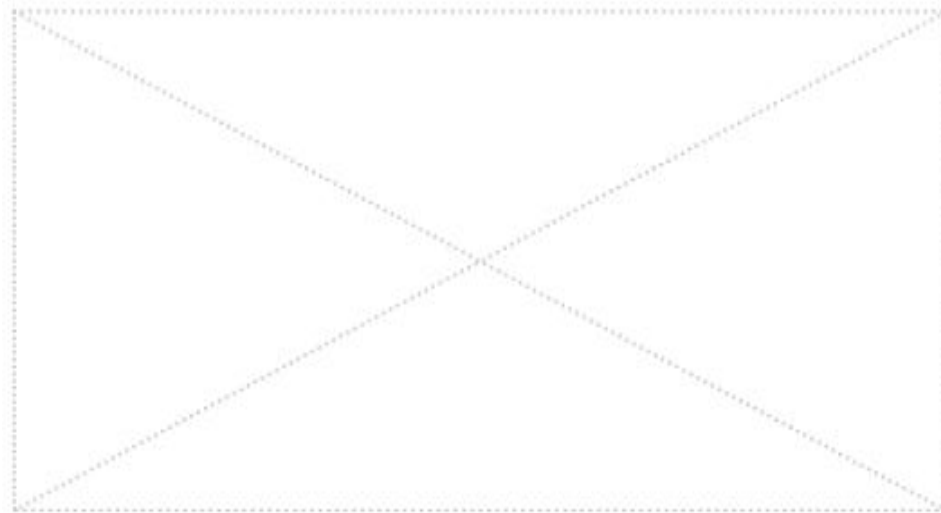
21)

<https://www.strategyr.com/market-report-digital-health-forecasts-global-industry-analysts-inc.asp>

2. 미국

□ 심신치료를 중심으로 보완대체의료(CAM) 수요 급증

- 2018년 11월에 발표된 미국의 2017년 국민건강 인터뷰조사(NHIS)에 따르면, 요가와 명상을 사용하는 미국 성인과 아동 수가 크게 증가했으며, 카이로프랙틱의 사용도 성인의 경우 소폭 증가하고 있음²²⁾
- 요가는 2012년 9.5%에서 2017년 14.3%로 미국 성인들 사이에서 가장 일반적으로 사용된 CAM 방법으로 조사되었으며, 명상 수요는 2012년 4.1%에서 2017년 14.2%로 3배 이상 증가함



자료 : 미국 NHIS(2018)

[그림 3-4] 미국 18세 이상 성인의 요가와 명상 수요 추이

□ COVID-19 기간 동안 불안완화를 위한 비대면 “ Virtual Classes” 수요 크게 증가

- 스트레스, 우울증, 불확실성, 불면증 및 기타 여러 원인으로 고통받는 사람들이 CAM의 접근방법에 눈을 돌리면서 팬더믹 기간에서도 비대면 수련 형태로 이어지고 있음
- 특히, 모바일 프로그램을 통해 가상 심신수업을 활용하면 건강개선 및 유지는 물론 다른 사람과의 만남까지 얻게 되어 팬더믹 기간 동안의 많은 문제들에 대응하는 방법을 얻고 있음
- USC 기사에 따르면, LA에 있는 University of Southern California(USC)의 Mindful USC 이니셔티브는 학생, 교수, 교직원 대상으로 mindful eating, 명상을 중심으로 한 온라인 코스를 제공하였는데 최근 12개 수업 모두 수업등록이 초과할 정도로 인기가 많다고 함²³⁾

22) NIH/NCCIH,

<https://www.nccih.nih.gov/news/press-releases/more-adults-and-children-are-using-yoga-and-meditation>

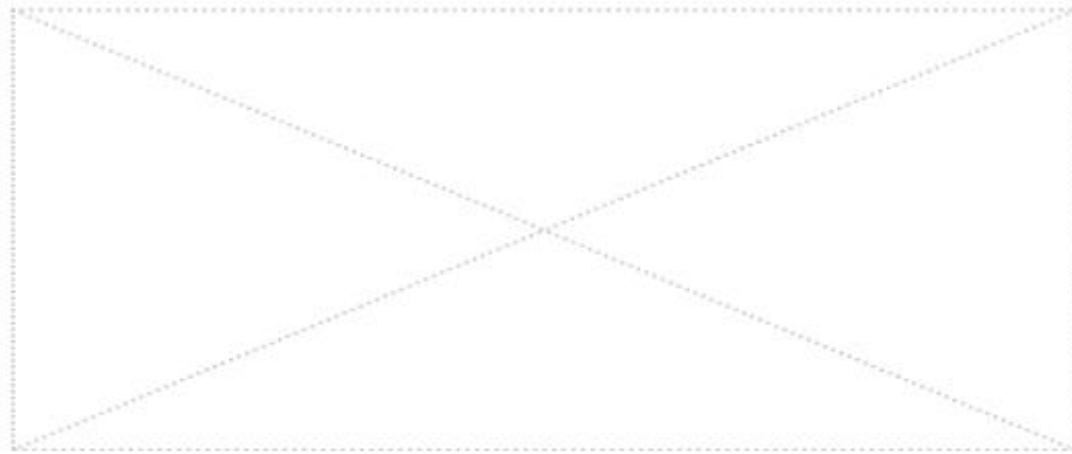
23) Fowler IV. USC News. Demand for USC's free mindfulness classes skyrockets during COVID-19 pandemic. Online document at: September 15, 2020

3. 중국

- 중국의 고령화 사회 전환으로 양로산업, 건강관리 산업 등 세계시장 성장에 큰 요인으로 작용 전망
 - 중국 통계국에 따르면 2018년 기준 중국의 60세 이상 노인 인구는 2억 4900만 명으로 전체 인구의 17.9%를 차지하는 것으로 집계됨
 - 이중 65세 이상의 노인은 1억6,700만 명으로 전체 인구의 11.9%를 차지하고, 앞으로 고령화는 갈수록 심해질 것으로 전망됨
 - 인구 고령화가 심각한 사회문제로 떠오르자 중국 정부는 인구 고령화 대응 방안을 발표하면서 건강 교육, 질병 예방, 치료 개선 등 품질 높은 보건시스템 구축을 추진하고 있으며, 노인의료 및 관련 상품, 서비스 등 건강관리 관련 산업의 성장 잠재력이 클 것으로 전망되고 있음
- 중의약에 대한 신뢰도와 수요 증가로 중의약 시장규모 확대 예측
 - COVID-19 이후, 사람들의 건강관리에 대한 의식이 높아지면서 중의약에 대한 신뢰도와 수요가 크게 성장하고, 중의약의 생약가공업계는 새로운 발전기회를 맞이하고 있음
 - 중의약 고품질 발전 심포지움의 예측 데이터에 따르면, 2018년에서 2030년까지 중의약의 생약가공 시장규모는 5,000억위안을 상회할 것으로 예측하고 있음
 - 최근, 중앙정부, 지방에서는 중의약 분야와 관련된 정책이 연이어 수립되면서 중의약 분야 발전을 촉진시키고 있음
 - 예를 들어, 2019년 10월에 발행된 “중의약 계승과 혁신적인 발전 촉진에 관한 의견”에서는 중의약 서비스 체제 정비, 중의약 인재양성 강화, 중의약 계승과 개방적/혁신적 발전 촉진 등”을, “건강중국 2030” 계획에서도 중의약 계승과 혁신사업 전개를 제시하고 있음
 - 이외에도 중의약은 국가의료센터 및 국가지역의료센터 건설계획에도 포함되면서, “제14차 5개년” 기간에 중의약 사업이 급성장을 이룰 것으로 전망되고 있음
- 디지털 의료산업이 크게 발전할 기회를 맞이하면서 급성장 전망
 - COVID-19 이후, 비대면 의료서비스에 대한 국민수요가 대폭 증가하고 있으며, “제14차 5개년”에서 원격의료를 추진하도록 제시하고 있기 때문에 디지털 기술이 견인하는 온라인 진료, 원격진료, 전자처방, 만성질환관리 등의 인터넷 의료서비스는 큰 발전기회를 맞이할 것으로 예상되고 있음
 - 또한, 「건강중국 2030」 계획에서도 “다원적 의료 패턴의 최적화”로서 민간투자 활용을 촉진하고, “보건의료서비스의 새로운 비즈니스 개발”로 광범위한 분야에서 적극적으로 사업모델 개발을 추진하려고 하고 있음
 - (다원적 의료패턴 최적화) 공공의료기관을 우선적으로 지원하고, 외자계 의료기관 설립을

허용하여 민간의료기관의 규모확대 및 그룹화를 촉진시키고 보험업계를 지원함

- (보건의료서비스의 새로운 비즈니스 개발) 다음과 같이 다양한 분야에서 보건의료 관련 사업전개를 다음과 같이 권장/지원하고 있음



자료 : KPMG 중국, 第14次五カ年計画の各業界への影響, 2021.1.

[그림 3-5] 2015-2020년 중국 인터넷 의료시장 규모 및 성장률 추이

- 건강과 노후, 관광, 인터넷, 피트니스, 레저, 식품의 융합을 적극적으로 추진하여 건강산업, 새로운 사업모델 창출
 - 인터넷 기반의 보건의료 서비스 개발, 건강진단, 카운슬링 개발 권장
 - 개인맞춤형 건강관리 서비스 개발 촉진
 - 특징적인 건강관리 서비스 산업의 그룹 육성
 - 웨어러블기기, 스마트 헬스 일렉트로닉스, 헬스케어와 의료 모바일 애플리케이션 서비스 개발 촉진
 - 중의약 건강관광 적극 추진 등
- 데이터 이용에 대해서도 「건강중국 2030」 계획에서 “건강정보 서비스시스템 구축“을 주제로 시스템 구축과 빅데이터 활용 강조
- (국민건강정보 플랫폼 구축) 인터넷 의료서비스 모델을 개혁하여 예방, 치료, 재활, 개인건강관리와 생애주기 전체를 담당하는 국민건강정보서비스 추진
 - 건강중국 클라우드 서비스 프로그램을 실시하여 원격의료 애플리케이션 시스템을 완전히 확립하고, 스마트 의료서비스를 개발할 계획임
 - 2030년까지 국가, 성, 시, 군의 차원에서 국민건강정보 플랫폼의 상호 공유와 표준화 애플리케이션을 통해 누구나 전자건강기록과 건강카드를 갖게 됨
 - (건강의료 빅데이터 애플리케이션 추진) 건강의료 빅데이터 애플리케이션 시스템 구축을 강화하여 지역별로 국민건강정보 플랫폼에 입각한 의료빅데이터 오픈 공유, 응용을 추진함

으로써 신산업 육성

- 이와 같이, 「건강중국 2030」을 통한 구조개혁은 중국의 다이나믹한 디지털의료를 추진하고 있으며, 사회주의국가라는 점도 있어 표준화가 충분히 빠른 속도로 이루어질 것으로 예상되고 있음
- 또한, 민간 차원에서도 알리바바, 화웨이 등 대기업이 이미 원격의료와 의료서비스 분야에 진출하여 M&A 등을 적극 추진하고 있다는 점도 주목할 부분임

□ 중국 정부와 시장, 기술적 동인으로 의료기기 확대 전망²⁴⁾

- 중국의 의료기기 관련 기업은 2020년 시점, 약 22,000개로 전년대비 24.6% 증가, 홍콩, 센첸시, 상하이를 중심으로 주식상장 기업도 많아지고 있음
- 아직 창업후 30년이 지나지 않은 기업이 많으나, 국가의 정책과 시장, 신기술이 기업들의 사업 전개에 영향을 미치는 중요요인으로 인식되면서, 기업들은 적극적이고 과감한 경영전략을 추진하여 코로나 시기에도 높은 실적을 보이는 기업들이 많음
- 중국국가식품약품감독관리국(CFDA)에 따르면, 2011년부터 2018년에 걸쳐 연간평균성장률은 세계평균 3%를 크게 웃도는 20.7%로 높으며, 2018년 시장규모는 약 3,700억위안이었음
- 향후 중국의 의료기기산업 성장 분야는 영상기기분야, 체외진단약 분야, 심장 및 뇌혈관분야, 종양 관련 의료기기 분야, 외과/정형외과 기기 분야, 의료관련 인공지능 분야로 예측하고 있음(2018-2020년 중국의 대건강산업투자조사보고서)

□ 중국, 양로서비스가 결합된 개인연금제도 급속도로 발전함으로써 양로서비스 시장확대, 건강보험 수요 급증과 다양화 예상

- 우리나라와 마찬가지로, 고령화 문제는 중국이 직면하고 있는 핵심과제 중 하나임
- 고령자 증가, 빠른 고령화 속도, 평균수명 연장과 함께 "경제적으로 풍요해지기 전에 늙는다"라는 특징은 주민의 연금제도 충족성과 지속가능성에 어려운 문제임
- 「제14차 5개년 계획」(21-25)에서는 여러 연금제도 정비를 제안하고 있으며, 기존의 기본적인 보장에 한정되었던 보험제도로는 고령화 문제에 대응할 수 없어 개인연금 발전을 도모하고 있음
- 이러한 개인연금 발전을 추진하는 과정에서 보험회사는 기존의 "자금보장"에서 "자금보장 + 서비스 제공"으로 패러다임을 전환하면서, 최근 급속하게 발전하고 있는 보험양로커뮤니티가 그 대표적인 사례임
- 「제14차 5개년 계획」에서는 "중대질병의료보험과 주요 질병에 대한 보조제도 건전화,

24) 原澤栄志, 中国が推進する医療・ヘルスケアのイノベーション, Industry Trend Report, Innovation Linkage 第6号, 2020.12

호적을 두지 않은 장소에서의 의료비 정산, 장기돌봄보험제도의 착실한 구축, 상업의료보험의 적극적인 전개“를 제안하고 있음

- 중국의 ”신도시 중산층“ 성장과 만성질환인구 확대로 다양한 건강보장에 대한 니즈가 점차 높아지고 있음
- 최근에는 건강보험료가 급증하고 있어 2013년에 건강보험료 수입은 이전 기간 대비 30.22% 증가하였고, 이후 5년간 연평균성장률은 38.71%가 되고, 2016년에는 최고 67.7% 달성함
- 2020년 COVID-19으로 건강보험사업 발전을 지연시키기는커녕, 국민의 건강보장에 대한 수요를 더욱 환기시키는 계기가 됨
- 중국 공산당중앙위원회와 국무원이 2020년 3월에 발표한 ”의료보장제도 개혁의 심화에 대한 의견“에서는 ”2030년까지 기본의료보험을 주축으로 의료보조로 지원하고, 보충의료보험, 상업건강보험, 기부, 의료공제가 함께 발전하는 의료보장제도시스템을 전면적으로 구축한다“는 것을 제안하고 있음

<중국 빅테크 기업의 헬스케어 산업 디지털화 촉진 사례>

- 알리바바(Alibaba) : 만성질환에 대한 약품을 배달하는 온라인 클리닉 서비스, 96%의 정확도로 20초 내에 코로나바이러스에 감염된 폐의 이미지를 식별하는 AI 알고리즘 도입
- 위챗(WeChat) : 의료진 인구, 전염병 실시간 수치, 발열 외래 환자수를 나타내는 국가 실시간 전염병 현황 페이지 도입
- 텐센트(Tencent) : 의심증상을 보이는 사용자들이 의료지침을 받을 수 있도록 도와주는 AI 기반의 자가진단시스템 도입, 변이 바이러스 예측, 항바이러스 약제 선발, 백신연구에 활용할 수 있도록 클라우드 컴퓨팅, AI, 빅데이터 역량 무료 개방

4. EU

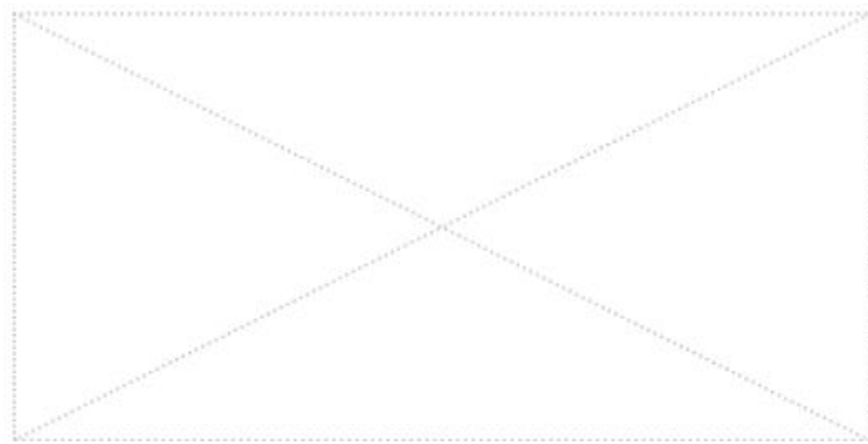
□ 세계 의료시장은 초고령화 사회 진입으로 의료비가 급증하고 있는 상황이며, 이에 따라 저비용·다효능의 치료수단인 전통의학 기술의 가치가 재평가

○ 유엔의 '2015년 세계인구전망(World Population Prospects: the 2015 Revision)'에 따르면 향후 수십 년간 전 세계적으로 60세 이상 노년층이 급격히 늘어날 것이며, 증가속도도 지속적으로 가속화될 전망

- '15년 9억 100만 명이었던 60세 이상인구는 '30년 약 14억 명(56% 증가)으로 증가할 것이며, '50년엔 '15년의 2배 수준인 21억 명에 이를 것으로 추정

- 지역적으로는 향후 15년 동안 60세 이상 노년층의 수가 남아메리카와 지중해 연안 지역에서 가장 빠르게 늘어날 것이며(60세 이상 노년층 인구 71% 증가), 그 뒤를 아시아(66%), 아프리카(64%), 오세아니아(47%), 북아메리카(41%), 유럽(23%)이 따를 것으로 전망

- 독일은 2015년 기준으로 60세 이상 인구가 전체 인구의 28%를 차지하며 그 뒤는 이탈리아(28%), 핀란드(27%) 순



[그림 3-6] 연도별·지역별 60~79세, 80세 이상 노년층 비율

○ 수명 연장과 출산율의 감소로 인한 인구 고령화 현상은 만성질환을 증가시키며 노동력의 부족과 함께 의료보험, 장기요양, 의료비 등 정부의 사회보장 지출 증대를 야기

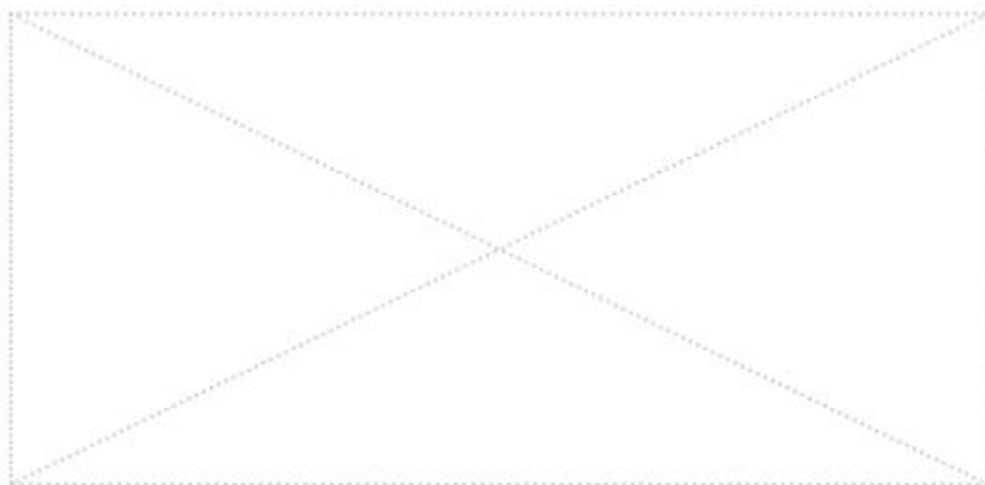
※ EU의 15-64세 인구대비 65세 이상 인구 비율은 2010년 26%에서 2060년까지 53%로 증가하며, 장기 돌봄에 따른 EU 전체 공공 지출은 2010년 GDP의 1.8%에서 2060년에는 GDP의 3.4%로 증가할 것으로 예측

○ 신의료기술과 하이테크 보건산업의 성장에도 불구하고 만성·난치성 질환이 증가하고 있어, 그 대안으로 전통의학에 대한 관심이 고조

- (영국) 국가재정의 침구임상연구 투자를 통해 '09년 요통에 대한 침 치료보험 급여를 인정하였으며(NICE), 기능성소화불량증, 슬관절염, 통증 및 우울증에 대한 대규모 침치료 연구도 진행 중인 상황
 - (독일) 국가차원에서 침구치료에 대해 'GERAC'를 계획하여 만성요통, 관절염, 두통 등에 대한 대규모 임상연구를 진행
 - (노르웨이) 국립보완대체의학센터(NAFCAM)를 통해 여성질환, 유방암 환자 치료를 위한 침 임상연구 진행
- 삶의 질 향상, 개인적 욕구를 중시하는 풍조와 웰빙(Well-being)문화의 확산으로 의료서비스도 개인체질 맞춤형 의료인 전통의학에 대한 관심 증대

5. 국내

- 2019년 한의약산업의 매출액은 10조 3,630억원으로 2017년 대비 9.9% 증가, 사업체수가 감소한 반면 종사자수 증가로 사업체의 규모화 양상²⁵⁾
 - ‘한의원’ 매출액이 14.2%(6,538억원) 증가하고 ‘한약국’의 매출액은 22.0%(221억원) 감소하는 등 비약물 매출액이 차지하는 비중이 큼
 - ※ 약물 매출액 38.4%, 비약물 매출액 61.6%
 - 2017년 대비 2019년 한의약산업 전체 사업체수는 0.1% 감소하였으나, 매출액 9.9%(9,348억원) 증가, 종사자 수는 6.1%(6,629명) 증가함으로써 점차 규모화되는 모습을 보이고 있음
 - 한방병원과 한의원, 한방제조업이 성장하고 있으나, 한약재나 치료 도구를 취급하는 영세 소매업 매출액은 감소하고 있음

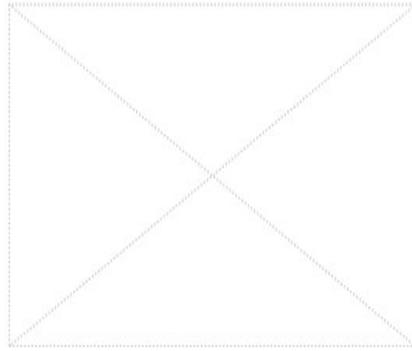


자료 : 한국한의학연구원(2020)

[그림 3-7] 산업분류별 매출액 추이

- 2019년 한의약산업 수출금액은 1,567억원이나, 수출업체 중 5억원미만 사업체가 66.4%를 차지하는 등 영세한 수준
 - 2019년 한의약산업 제조업체의 수출여부 조사에서 ‘예’가 1.2%, ‘아니오’가 98.8%로 나타나고 있어 대부분 수출기업이라고 하기 어려움
 - 제조업 중 ‘완제의약품 제조’ 분야는 수출하고 있는 업체가 40.7%로 가장 높고, 다음으로 ‘한방의료기기 제조’ 36.1%, ‘한방 화장품 제조’ 26.3% 순임

25) 한국한의학연구원, 2020년 한의약산업실태조사 통계집(2019년 기준), 2020.12.



자료 : 한국한의학연구원(2020)

[그림 3-8] 한의약산업 수출여부 조사결과

- 2019년 수출금액은 1,567억원이나, 이중 수출규모 '1억-5억원 미만' 사업체 비율이 24.5%로 가장 많으나, 수출규모 '5억미만' 사업체가 전체의 66.4% 차지할 정도로 수출규모는 영세함



자료 : 한국한의학연구원(2020)

[그림 3-9] 2019년 한의약산업 수출규모

- 한약제제 관련 산업 '17년 3,619억원으로 '11년 이후 연평균 3.7%씩 성장하고 있으나, 수출업체의 규모 영세, 중국에 대한 수입의존도가 높음²⁶⁾
 - 한약제제 생산액은 '17년 3,619억원으로 '16년 2,959억원에 비해 약 22% 증가, '11년부터 연평균 3.7%씩 성장함
 - '18년 국내 한약재 시장규모는 3,000억 원으로 국외 한약재 시장 규모와 비교했을 때 중국 36조 원, 일본 15조 원, 미국 9조 원으로 해외 시장에 비해 턱없이 부족
 - '17년 기준, 한약재 총 수입액은 126,175천 달러로 전년대비 5.3% 증가했고, 총 수출액은 9,694천 달러로 0.8% 증가함
 - 주요 수입국은 중국(53,100천 달러), 러시아(29,616천 달러), 뉴질랜드(16,585천 달러)

26) 한국한의학연구원, (2019-20년) 한의약산업실태조사 통계집

순이고, 수출국은 대만(2,719천 달러), 중국(2,123천 달러), 홍콩(1,771천 달러) 순으로 '17년 중국 한약재 무역 역조 현상이 심화됨

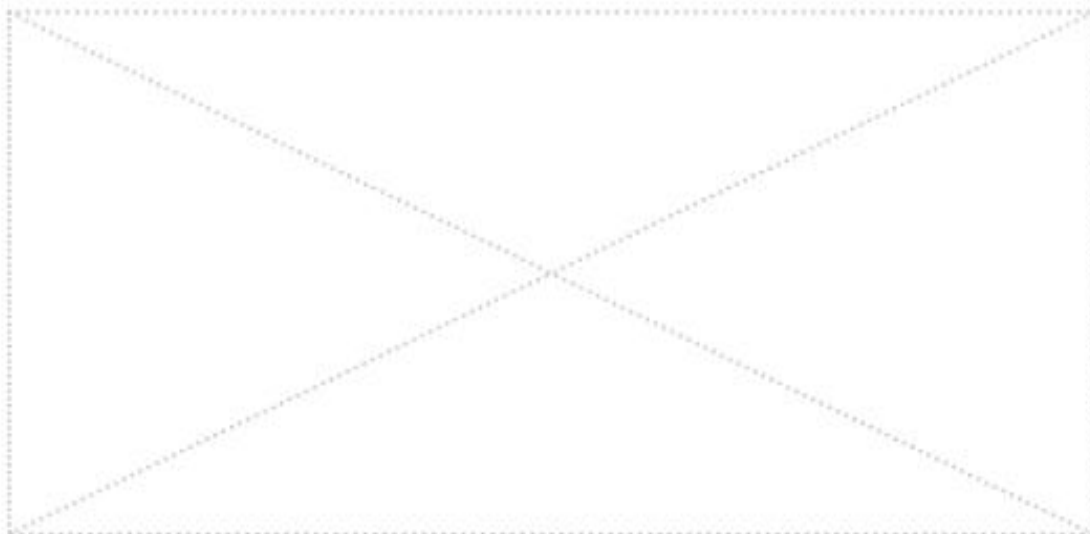
- 2019년 기준, 한의약품 관련 산업은 매출액 10억 미만 업체가 50-60% 차지하는 등 그 규모가 작아 자체 연구개발투자에는 한계가 있어, 정부의 적극적인 지원이 한의약산업 성장을 위해 필수적임

□ 한의 의료기기 매출액은 '19년 307.7억 원으로 매년 20.5%씩 빠르게 감소하고 수입비중도 큼

- 한국의료기기산업협회(2019)²⁷⁾의 조사에 따르면, 2017년 국내 주요 한의 의료기기 생산액은 약 579억원이며, 2015년(525억원) 대비 10.4% 증가한 것이나, '13년 대비 48.2% 감소함

－ 가장 큰 시장을 형성하고 있는 저주파자극기의 생산액은 약 247억 원으로 전체 시장의 42.7%를 차지하고, 그 외에 침, 부항기 등 의료기구의 증가에 기인한 것임

<표 3-8> 한의 의료기기 주요 품목별 생산현황



자료 : 한국의료기기산업협회(2019)

- '19년 기준, 한의 의료기기 산업의 매출규모는 307.7억원으로 2013년 이후 매년 20.5% 감소하고 있음²⁸⁾

27) 한국의료기기산업협회, 2018 한국의료기기산업협회 연감, 2019

28) 한국한의학연구원, 2019년 한의약산업실태조사, 2020

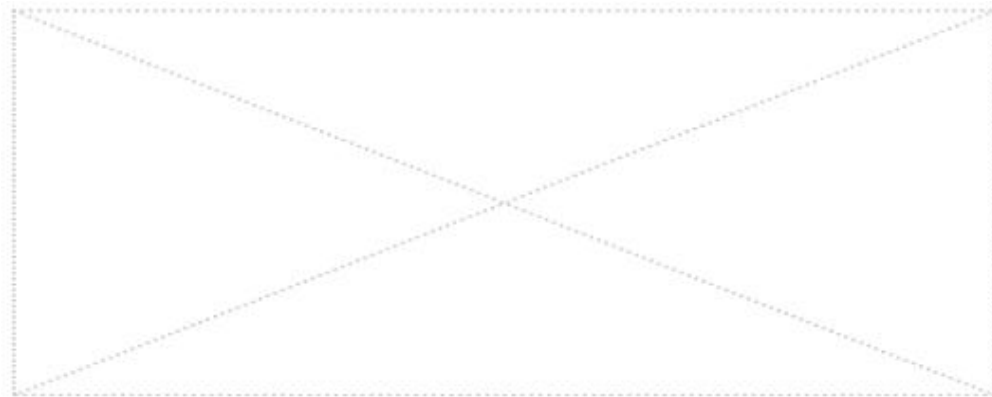
<표 3-9> 한의 의료기기 산업의 연도별 규모

구분	2013	2015	2017	2019	연평균 증감율(%)
매출액	1,221	776	633	307.7	-20.5
업체수	65	56	49	44	-6.3
종사자 수	864	815	664	635	-5.0

자료 : 한국한의학회연구원, 한의약산업실태조사(2014-2019)

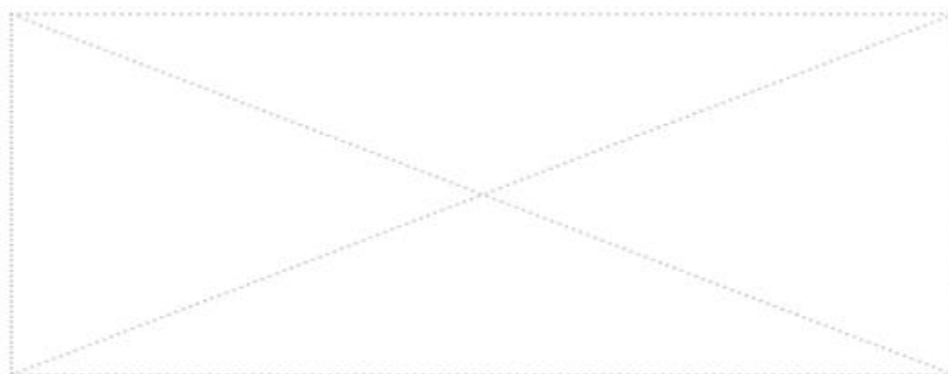
- 이러한 경향은 현재, 한의사가 의료기기로 진단하지 못하는 현실의 영향이 크며, 이는 한의원에 오는 환자들끼리 따로 검사를 받아야 하는 이중진료 문제로 환자불편은 물론 의료비 낭비 문제를 초래함
- 한의 의료기기 수출액은 '17년 약 1,425만 달러로 전년대비 24.8% 증가했으며 수입액은 약 491만 달러로 72% 증가함
- 가장 많이 수출 및 수입된 품목은 침으로 각각 약 852만달러, 약 377만 달러가 수출 및 수입을 차지하는 것으로 조사됨

<표 3-10> 한의의료기기 주요 품목별 수출현황



자료 : 한국의료기기산업협회(2019)

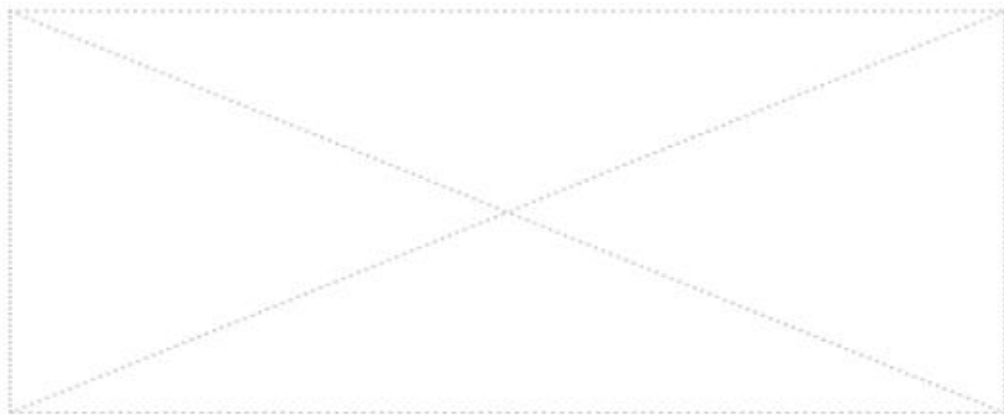
<표 3-11> 한의의료기기 주요 품목별 수입현황



자료 : 한국의료기기산업협회(2019)

제3절 사회적 환경 및 전망

- 2020년 처음으로 우리나라 인구가 감소한 반면, 65세 이상의 고령인구가 청소년층 추월하면서 초고령사회 문턱까지 진입
 - 행정안전부가 2021년 4월에 발표한 인구통계에 따르면, 아동, 청소년, 청년 인구는 계속해서 감소하고 고령인구는 증가세를 이어감
 - 연령계층별 인구비율을 비교하면 아동(19.6%→14.8%), 청소년(20.5%→16.4%), 청년(22.6%→20.2%)로 계속 떨어지고, 65세 이상 고령인구는 11.2%→16.6%로 크게 증가함
 - 특히, 65세 이상 인구가 2019년 아동 인구를 추월한데 이어 이번에 처음으로 청소년 인구도 넘어서면서 ‘초고령사회’ 문턱까지 진입함
 - ※ 유엔에 따르면, 65세 이상 인구가 전체 인구의 7% 이상인 경우 고령화사회, 15% 이상인 경우 고령사회, 20% 이상은 초고령사회로 구분



자료 : 통계청(2021)

[그림 3-10] 우리나라 고령인구 vs 유소년 인구 변화 추이

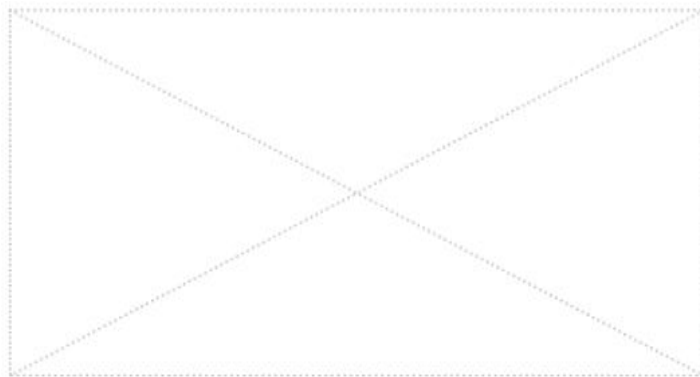
- 고령화와 함께 기대수명은 꾸준히 증가하고 있으나 건강수명은 정체
 - 통계청 ‘2020 통계로 보는 여성의 삶’(2020)에 따르면, 가장 최근인 2018년 기대수명은 82.7년으로 2017년과 2014년 81.8년에서 꾸준히 늘어나는 추세임
 - 그러나, 건강수명은 2014년 65.2년에서 2016년 64.9년, 2018년에는 64.4년으로 감소함
 - ※ 건강수명은 측정 방법에 따라 차이가 있는데, 예를 들어 국민건강증진 종합계획에서는 ‘18년 기준 72.4년이나, 마찬가지로 증가가 더디게 나타남

<표 3-12> 우리나라 건강수명과 기대수명 연장 추이



자료 : 통계청(2020)

- 고령자 사망원인은 암, 심장질환, 폐렴, 뇌혈관질환 등으로 전체 인구에 비해 사망률이 상당히 높고 1인당 진료비도 계속 증가
 - '19년 기준, 65세 이상 고령자의 사망원인은 악성신생물(암), 심장질환, 폐렴, 뇌혈관질환, 당뇨병 순임²⁹⁾
 - 고령자의 사망률은 전체 인구 사망률과 비교하여 악성 신생물(암) 4.7배, 심장질환 5.6배, 폐렴 6.3배, 뇌혈관질환 5.5배, 당뇨병이 5.5배 수준임
 - 고령자 1인당 진료비도 448만 7천원, 본인부담 의료비 104만 6천원으로 점차 증가하고 있어 가난한 노인 문제를 더욱 가중시킬 것으로 전망되고 있음



자료 : 국민건강보험공단·건강보험심사평가원, 「건강보험통계」

[그림 3-11] 고령자의 진료비 및 본인부담 의료비

- 또한, 노인 인구가 13%인 것에 비해 전체 건강보험 진료비 38%를 사용하고 있어³⁰⁾ 여기에 빠른 인구고령화가 박차를 가해 국가재정에 악재로 작용할 것으로 예상되고 있음
- 인과관계 파악이 어렵고 여러 장기질환, 치료되지 않은 만성질환 등으로 대변되는 노인질환에 대해 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구
 - 노인질환은 노화에 따른 기능저하와 질병이 복합되어 발현되는 경우가 많음

29) 통계청, 2020 고령자 통계, 2020.9

30) 청년의사, [시론] 피할 수 없는 노인 의료비 증가, 윤구현대표(간사랑동우회), 2018

- 일반적으로 노화에 의한 기능감소는 증상을 나타낼 정도로 심하지 않기 때문에 질병이 함께 겹쳐 장기의 기능이 더욱 감소하면서 증상이 발현됨
- 노인질환의 가장 큰 특징은 한사람에게 여러 가지 질환이 같이 존재한다는 것이며, 일반적으로 여러 가지 원인으로 여러 장기 질환이 발생되어 있는 경우가 많음
 - 예를 들어 동맥경화에 의해서 혈관성 치매가 발생되고 골다공증에 의해 척추의 압박골절 발생, 백내장과 폐섬유증에 의해 심장, 신장, 뇌, 골, 안구, 폐 등에 질환이 공존할 수 있음
 - 이는 다양한 원인에 의해 발생한 질환으로 인과관계를 파악하기 어려움
- 노화과정은 누구에게나 발생하지만 개인의 차가 크고, 질병발생이 동반되기 때문에 개인의 차가 현저히 두드러져 질환치료에서 개인에 대한 특별한 주의가 요구됨
- 특히, 노인질환은 치료되지 않은 만성질환이 많아 질환관리가 절대적 치료보다 기능유지가 목표가 되는 개념이 도입되어야 함

□ 고령사회의 지속적인 진전과 함께 질병양상도 만성퇴행성 질환, 정신건강 관리, 근골격계 질환 등 증가로 일상생활에서의 자가 건강관리와 질병예방 관리의 중요성 부각

- 2019년 기준³¹⁾, 입원 질병분류 중 상위 질환군의 점유율은 "정신 및 행동 장애"가 22.1% 점유, 타 질환군의 입원일수를 크게 상회하는데 해당 질환군에 치매 상병이 큰 비중을 차지함(동 연구에서는 내원일수를 기준으로 분석)
 - ※ 2000년 기준으로 '손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과' 13%, '신생물' 12.7% 순으로 비중 차지
 - ※ 권의정(2020)의 결과는 내원일수를 기준으로 분석된 결과이므로 진료인원과 진료비를 기준으로 할 경우 압과 같은 의료비 부담이 큰 질환이 부각될 수도 있으므로 해석에 주의가 필요
 - 이러한 결과는 향후 인구고령화에 따라 입원 질병구조에서 차지하는 비중이 더욱 높아질 것으로 전망하고 있음
 - 순환기 계통, 신경계통 질환도 입원일수 증가에 지속적으로 높은 비중을 차지할 것으로 예상되고 있음
- 또한, 외래질병분류 중 상위 질환군 점유율은 2000년과 2019년 모두 '호흡기계통의 질환', '근골격계통 및 결합조직의 질환', '소화기계통의 질환'이 상위 3개 질환군을 차지함
- 과거 전망했던 바와 같이 우리나라 질병구조는 만성퇴행성 질환이 증가하고 있고, 치매와 같은 고령사회에 필수적인 정신건강 관리 및 현대인의 주요 질병으로 꼽히는 근골격계 질환의 예방관리가 중요한 영역이 될 것으로 전망됨

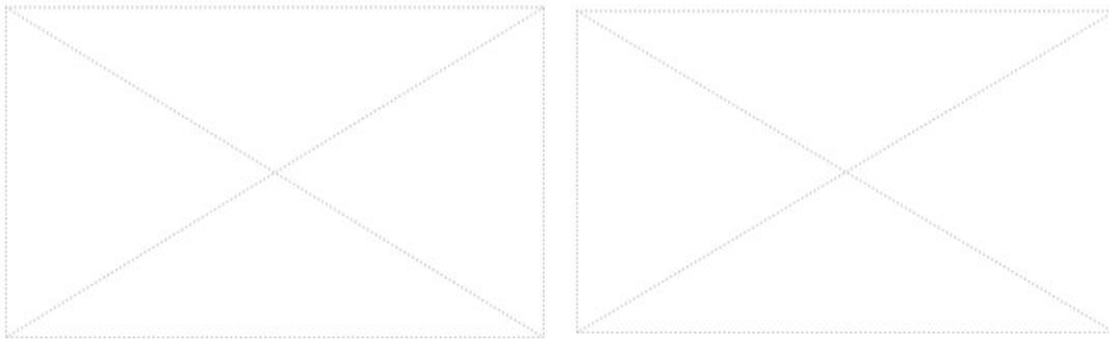
□ 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 예상

31) 권의정, 최근 20년간 우리나라 질병구조의 변화 - 내원일수를 중심으로, HIRA 정책동향 2020년 14권 5호

- 우리나라는 인구 고령화가 진전되면서 노인인구에 대한 건강형평성 문제가 함께 부각되었고, 특히 노인 인구집단의 지역적 격차 문제 대두
- 이와 더불어 COVID-19 확산으로 “근로 빈곤인구 증가”의 사회적 불평등 문제가 의료서비스 접근성 격차로 건강수준에 영향을 미칠 것으로 추정
- 그러나 의료서비스 접근성 제고를 위한 솔루션으로 대변되는 원격의료 문제 등이 사회적 합의가 이루어지지 않아 향후 해결해야 할 과제로 남아 있음

□ 질병구조 변화에 따른 한방의료의 대응 영역이 많음에도 불구하고 한방의료 이용 감소

- ‘20년 한방의료 이용 및 한약소비 실태조사’(복지부, 2021)에 따르면 한방의료 이용비율이 점차 감소하고 있음
 - ※ 한방건강보험 이용 전체 환자의 경험은 2017년 73.8%에서 2020년 69.0%로 이용율 감소
- 이용목적은 질환치료가 94.5%로 특히 근골격계통(등통증 등) 72.8%, 염좌(뺨), 열상 등 손상, 중독 및 외인 37.0%, 자양강장(보약 등) 7% 순으로 근골격계 질환 치료 수요가 가장 큼



자료 : 보건복지부/한국한의학진흥원/갤럽, 「2020년 한방의료이용실태조사 기초보고서」 (2021)

[그림 3-12] 한방의료 이용 실태 추이

- 한방의료 인식조사에서는 ‘잘 알지 못한다’가 38.4%로 한방의료 인지도가 비교적 높지 않은 것으로 나타난 것도 한방의료 감소에 원인일 수 있음
 - 한방의료 비용인식에서도 ‘보통’이라는 응답이 높았으나 한방의료기관 입원환자는 ‘비싸다’는 응답이 더 높게 나옴
- 이는 해외에서 보완대체의학 분야의 수요가 증가하고 있는 것과 반대되는 추세임

□ 과학적 근거에 기반을 둔 표준화된 치료법 미비로 신뢰도 저하

- 한국한의학연구원의 한의학 인식조사(2017)³²⁾에 따르면 한의학을 신뢰하지 않는 이유로

32) 한국한의학연구원(2017.12), 한의학 인식도 및 연구개발 수용도 조사 결과 보고서

‘과학적으로 잘 증명되지 않았다’가 50% 이상을 차지함

- 한의사마다 설명 혹은 치료가 다르다’(34.6%), ‘한약재의 안전성(중금속/농약 등)이 의심된다’(33.0%), ‘정보를 얻기 어렵다’(19.5%), ‘치료 효과가 낮다’(17.4%) 순임
- 한의학 치료 중 신뢰도는 ‘침’[신뢰 70.2%], ‘한의학 서적’[신뢰 58.0%], ‘한약’ 및 ‘물리요법’[각각 신뢰 52.8%], ‘뜸’[신뢰 49.4%] 순이며, ‘한방생활용품’은 신뢰가 22.6%로 가장 저조

○ 세계적으로 보완대체의학 임상연구가 강조되고 증가하고 있음에도 아직 관련 근거가 부족한 실정임

- 중국, 미국 등 일부 국가에서 연구가 진행 중이나, 보완대체의학이 객관적, 표준적, 재현적, 근거 중심의 의료가 어렵기 때문에, 아직 임상성과와 안전성·유효성에 대한 근거 데이터가 아직 부족함

○ 이러한 표준화되지 않은 한방의료는 관련 치료의 보장성 약화로 이어져 국민들의 의료선택권 제한을 초래하고 있음

- ‘18년, 한의비 급여보장 개선이 일부 추진되었으나 표준화된 치료법이 존재하지 않은 이유로 보장확대 추진이 미미한 상황임
- 한편, 미국은 10년 3월 전 국민 대상 건강보험제도(오바마케어) 제정을 통해 보완대체의학 서비스 비용도 건강보험 적용대상에 적용함

□ 서양의학과 한의학의 장점을 살린 한·양방 협진체계 기반의 통합의료는 계속해서 요구되고 있으나, 복지부의 한양방 협진 시범사업에 대한 성과는 만족스럽지 않음³³⁾

○ 서양의학과 한의학의 장점을 살린 한양방 협진체계 기반의 통합의료는 요양병원과 일반병원을 중심으로 계속해서 요구되고 있음

- ‘20년 한방의료이용 및 한약소비 실태조사에서 한방의료분야 개선사항으로 요양병원과 병원에서의 ‘의과와 원활한 협진’을 꼽고 있음

○ 이러한 사회적 니즈에 따라 복지부는 ‘14년부터 의과와 한의과 협진 활성화를 위한 시범사업을 시작하여 ‘20년까지 3단계 시범사업을 추진함

- 1단계에는 협진 선행행위로 한정되던 급여범위를 후행행위까지 확대하였고, 수행기관은 13곳, 전체질환을 대상으로 함
- 2단계(2017년 11월부터) 45곳 기관에 대해 대분류 4개, 중분류 60개 상병코드로 질환을 나눈 사업을 시작하였고, 표준절차에 따라 협진시 협의진료료 수가가 책정됨

○ 현재 복지부의 한양방 협진 3단계 시범사업이 추진되고 있으나, 만족할만한 성과를 내지 못했다는 것이 평가임

33) 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr), 2020년 한방의료이용 및 한약소비 실태조사 결과 발표, 2021.5.

- 3단계에선 협진성과 평가를 통해 기관등급별 차등수가 적용되어 2019년 10월부터 2020년 말까지 70곳 기관을 3개 등급으로 나누었고, 대분류 4개, 중분류 41개 질환을 대상으로 함

○ 특히, 한의과에서 의과로의 협진의뢰는 활발한 반면, 의과에서 한의과로는 찾아보기 어려운 상황이나, 다만 협진으로 인한 진료비와 진료기간에서는 효과가 있음이 확인됨

- 한의과에서 의과로 협진이 의뢰된 경우 1, 2, 3단계 각각 59.60%, 89.89%, 98.33%인 반면, 의과에서 한의과로의 의뢰는 1단계 40.40%에서 2, 3단계에서는 각각 10.11%, 1.67%에 그침

- 한편, 총 치료비용에서 협진군의 협의진료료를 포함해도 뇌경색에서 협진군의 평균이 비협진군보다 적었고, 협의진료료를 제외하면 경추간판장애, 뇌경색, 기타 골부착부병증, 기타 근장애에서도 협진군이 적었음

○ 한편, 중국 중의학에서는 중의학 자체, 중서결합의, 민족의약까지 다루기 때문에 중소결합의가 존재하기 때문에 양방협진이 자연스럽게 허용되고 있으며, 세계적으로 보완대체의학의 한 부류로 평가되고 있으나 한의학은 포함되지 않고 있음

□ X-ray, 초음파진단 기기 등의 의료기기에 대한 한의사 사용제한 등 제도적 문제 존재³⁴⁾³⁵⁾

○ 의료법에서는 의사와 한의사의 면허를 명확히 구분하고 있으며, 의사는 의료와 보건지도를, 한의사는 한방의료와 한방보건지도를 하도록 규정하고 있으나 각각 면허의 범위에 대해서 구체적인 별도의 규정은 부재

○ 그러나, 진단용 방사선 발생장치의 경우 ‘진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙’에서 책임자 자격기준을 제한하고 있음

- 안전관리책임자 의무 선임기관을 의과 및 치과의료기관, 책임자 자격기준을 의사·치과의사·방사선사 등으로 제한하여 한의원과 한의사는 X-ray 등 진단용 방사선 발생장치 사용 자격을 갖지 못하는 실정임

- 전문지식이 없는 한의사가 사용하여 진료할 경우 오진, 오용 등으로 국민건강에 위협이 될 것이라고 우려를 표명하고 있음

○ 한의사의 의료기기 사용은 각 사안에 따라 법리 해석의 차이로 사회적 이슈 및 논란이 지속적으로 발생하고 있음

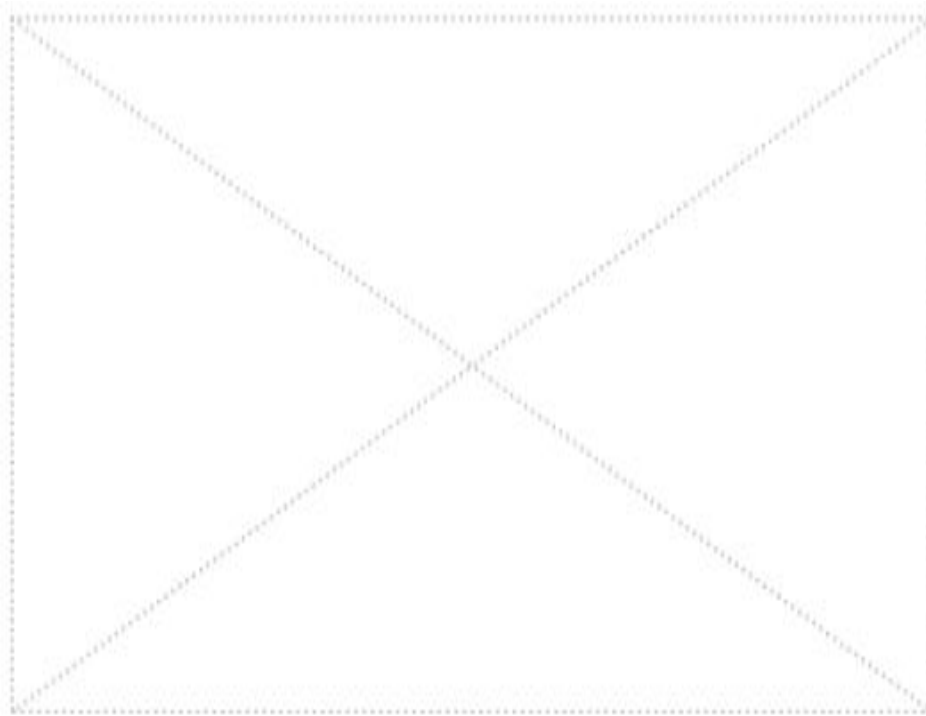
34) 아시아경제(19.05.13), 한의사협 “의료기기 사용 확대”에 갈등 재점화

35) 의협신문(19.05.13), “입장변화 없다” 정부, 한의사 X-ray 사용 불가 재확인

제4절 기술적 환경 및 전망

1. 5P Medicine : 헬스케어 패러다임 발전 전망

- 유전, 환경 및 생물학적 특성 등 개인 조건에 맞춘 진단·치료 관련 기술 발전으로 5P Medicine 시대 도래 전망
 - 2000년대에 들어서 유전체학, 시스템생물학, 약리학 등 분야의 과학적 발전과 함께 ‘3P Medicine’ (Predictive, Preventive, Personalized Medicine) 개념 형성
 - 3P Medicine의 핵심사항은 ‘환자가 되기 전’의 건강 모니터링 및 위험예측을 포함한 건강 유지를 목표로 하는 예방의학으로의 전환임
 - 이후, Participatory를 포함하는 ‘4P Medicine’ 개념으로 바뀌면서 환자와 환자협회가 헬스케어 시스템의 적극적인 이해관계자 역할 요구
 - 최근에는 환자가 의료공급자인 의사와 대등한 위치에서 자신의 정보를 공유하고 능동적으로 건강을 유지한다는 개념으로 발전
 - 5P Medicine은 토탈오믹스 기반으로 정확한 진단과 맞춤치료를 정밀하게 이뤄낸다는 개념임
 - 기존 임상병리학에 유전체학을 도입해 진단부터 치료에 이르기까지 모든 단계를 유전, 환경, 생물학적 특성 등 환자 개인의 조건에 맞게 실시한다는 포괄적인 개념임



자료 : Christine Nardin, et al.(2021)

[그림 3-13] 헬스케어 패러다임 진화 방향

2. 심신 통합적 접근의 전인적 연구 동향

□ 심리와 신체간 상호작용, 뇌와 신체의 메커니즘 규명 등 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구 활발³⁶⁾

○ 국립노화연구소(NIA)는 NIH와 NCCIH 공동으로 2018년 4월, 건강에서 정서적 웰빙(emotional well-being)의 역할을 주제로 라운드테이블 회의를 개최하여 향후 연구방향에 대한 논의를 가짐³⁷⁾

○ 회의에서는 정서적 웰빙을 촉진하기 위한 중재(intervention) 전략을 개발하고 임상연구, 적용 문제를 다루었고, 최근 심리와 신체간 상호작용에 대한 연구 진행

- 예를 들어, Yi-Yuan Tang¹, et al.(2019)³⁸⁾ 연구에서는 심리적 웰빙을 개선하는 메커니즘에 대해 전대상 피질/전전두엽 피질(ACC/PFC)을 포함한 뇌 자가제어 네트워크(brain self-control networks) 역할 강조

○ NCCIH 또한 통합의학 연구분야가 확장되고 현대의학과 보완대체의학간 경계가 모호해지면서 연구방법을 심리치료(psychological interventions)와 신체치료(physical interventions)로 재구성하여 심신의 중재가 임상적으로 효용성이 있는지 과학적 근거를 제공하기 위한 기초연구를 중심으로 향후 5년 연구전략을 제시함

- 여기에는 전인적 건강 증진/회복, 회복력, 증상(수면장애, 우울증, 불안, 비만, 통증 등) 예방/치료에 있어서 대한 임상연구, 진단방법, 기기, 센서 등 새로운 기술과 기기 개발도 포함되어 있음

○ 이외에도 NCCIH와 NIA가 공동으로 정서적 웰빙연구 네트워크를 지원하고 있으며, 이 네트워크는 사회학, 행동학, 심리학, 생물학, 신경생물학 분야의 학제간 연구를 촉진시킴으로써 정서적 웰빙 연구 분야를 발전시키기 위해 추진되고 있음³⁹⁾

- NIH에서 총 313만 달러를 투입하여 5개 연구네트워크를 지원하고 있으며, 이외에도 여러 기관에서 자금을 제공하고 있음

○ 5개 정서적 웰빙 연구 네트워크별로 다음과 같은 내용의 연구를 진행하고 있음

- Emotional Well-Being and Economic Burden Research Network : 실제 현실에서 의료와 정서적 웰빙과 관련된 경제적 부담에 대한 이슈를 다룸

36) Mind and Body Research—Information for Researchers,

<https://www.nccih.nih.gov/grants/mind-and-body-research-information-for-researchers>

37) Emotional Well-Being: Emerging Insights and Questions for Future Research,

<https://www.nccih.nih.gov/research/emotional-well-being-emerging-insights-and-questions-for-future-research>

38) Yi-Yuan Tang¹, et al., Promoting Psychological Well-Being Through an Evidence-Based Mindfulness Training Program, Front. Hum. Neurosci., 10 July 2019

39)

<https://www.nccih.nih.gov/news/press-releases/nih-networks-to-advance-emotional-well-being-research>

- Network to Advance the Study of Mechanisms Underlying Mind-Body Interventions and Measurement of Emotional Well-Being : 정서적 웰빙에 있어서 심신 중재의 역할에 대한 연구
- The Plasticity of Well-Being: A Research Network to Define, Measure, and Promote Human Flourishing : 일상생활에서 어떻게 웰빙이 증진되는지 이해하고, 정서적 웰빙의 핵심요인이 무엇인지 식별, 이러한 요인들의 plasticity을 생물학적, 행동적, 경험적 분석 차원에서 평가할 수 있는 지표 개발
- Advancing Psychosocial & Biobehavioral Approaches to Improve Emotional Well-Being : 동 프로젝트는 30개국의 건강범위(health span) 대상 정서적 웰빙에 대한 메커니즘 연구, 행동적 중재방법 개발, 측정방법 개발 등 포함
- Network for Emotional Well-Being and Brain Aging (NEW Brain Aging) : 뇌 노화가 정서적 웰빙에 영향을 미치는지, 정서적 웰빙이 치매 진전 등에 어떻게 영향을 미치는지 인간 또는 실험 모델에서 수행

□ 보스턴 의과대학, 통합의학 콘텐츠와 건강정보기술을 접목한 가상의 건강가이드시스템과 통증 영향과 진통제 사용을 줄이기 위한 자기관리 전략을 제공하는 심신만성통증관리 플랫폼 개발⁴⁰⁾

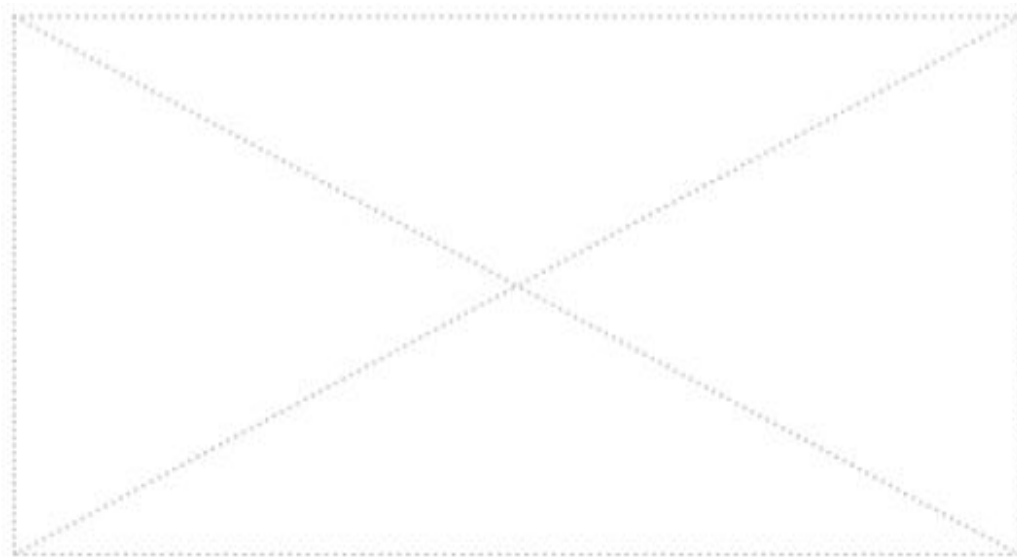
- 2015년 보스턴 의과대학에서는 Gabby라는 가상의 건강 가이드를 설계하여 환자가 Gabby를 통해 요가와 같은 기술을 연습하도록 함
- 동 기술은 통합의학 콘텐츠가 쉽게 교육되고 확산되어 환자치료의 효과를 보기 위해 개발된 것으로, HRSA 모성아동보건국(HRSA Maternal Child Health Bureau) 자금을 지원한 프로젝트에서 100명의 아프리카계 미국인 여성에게 테스트한 결과 Gabby의 중재를 받은 여성에서 건강위험이 훨씬 감소한 것으로 나타남
- 이 프로젝트를 진행한 닥터 Gardiner는 Gabby 시스템을 외래 만성통증 환자에 적용한 연구⁴¹⁾에서 유의미한 결과를 도출하였고, NIMHD(국립 소외계층 건강 및 건강불평등 연구소) 지원으로 동 시스템을 이용한 대규모 RCT(무작위배정 임상시험)이 진행함
- 또한, 닥터 Gardiner는 Aetna 지원으로 온라인 만성통증 관리(Our Whole Lives, OWL) 웹사이트를 운영하는 프로젝트를 진행함
- OWL은 웹 베이스, 통합의학적 접근의 mHealth 방법으로 웹을 통해 환자가 가정, 지역사회에서 만성통증을 자가관리할 수 있도록 지원함
- 동 프로젝트는 두가지 파트로 진행되는데, 첫 파트에서는 30명의 참여자와 Science Cafe

40) NIH networks to advance emotional well-being research,

<https://www.bumc.bu.edu/integrativemed/research/paula-gardiner-research/technology-research/>

41) Gardiner P, Hempstead MB, Ring L, Bickmore T, Yinusa-Nyahkoon L, Tran H, Paasche-Orlow M, Damus K, Jack B. Reaching Women Through Health Information Technology: The Gabby Preconception Care System. American Journal of Health Promotion. 2013;27(Suppl):eS11-20. PMID: PMC3779885

- 이벤트를 통해 만성통증 환자, 환자가족, 기타 이해관계자 등이 함께 토론하는 장을 만들어, 만성통증 치료에 대한 문제점 및 촉진요인 등에 대한 정보를 수집하고 있음
- 두 번째 파트에서는 43명의 만성통증환자를 대상으로 OWL 웹사이트를 9주 동안 사용하게 하여 매주 새로운 콘텐츠에 접근할 수 있음
- 이에 임상의는 커뮤니티 페이지에서 대화를 촉진하기 위해 질문을 계속 모니터링하고 게재하는 등 통증영향과 진통제 사용을 줄이기 위한 자기관리 전략을 제공하는 심신만성통증관리 플랫폼임
- 결과(피로, 수면의 질, 불안 등) 감소에 대해 평가하고, 어떻게 개선할지 피드백을 제공함 (2016.6-2018.1 진행)⁴²⁾



자료 : <https://www.bumc.bu.edu/integrativemed/research/paula-gardiner-research/technology-research/>

[그림 3-14] 온라인 만성통증 관리(Our Whole Lives, OWL) 플랫폼 웹사이트

3. 보완대체의학에서의 AI 활용 동향

- Chuwen Feng, et al., 보고서(2021)⁴³⁾에서 중국 중의학 치료 현대화를 위해 AI 기술의 중요성 평가 및 검토를 위해 문헌검토를 통해 AI 기술 활용에 대한 동향 분석
 - 동 보고서에서는 중의학에서 AI가 활용되는 분야로 침술,推拿 마사지, 기공 등을 다루고 있으며, 그 외 “질병 발생전 치료”의 치료모델 개발을 위해 AI 기술의 중요성에 초점을 둠

42) Our Whole Lives: Online Chronic Pain Management (OWL),

<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02788539>

43) Chuwen Feng, et al., Overview of Artificial Intelligence Applications in Chinese Medicine Therapy, 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/6678958>

- 동 보고서에 따르면, 1970년대와 1980년대에 중국에서는 처음 AI 가이드 진단·치료 보조 시스템을 개발하기 위해 AI 기술을 중의학과 결합하는 시도가 있었으나, 이후 의료분야에서 AI 기술과 데이터 분석 분야가 빠르게 발전했음에도 불구하고 관심이 많지 않았음

- 이하에서는 최근, AI를 이용한 유명 중의학 임상의 경험 수집 침술, AI의 질병예방 활용, 쥬나 마사지 로봇, AI를 활용한 기공치료로 구분하여 AI 활용 동향에 대해 설명함

□ AI를 이용한 유명 중의학 임상의 경험 수집

- 중의학이 오랫동안 축적된 병리학/임상/의학 경험과 계속해서 업데이트되고 있는 정보들을 활용한 지식기반 시스템이라는 점에서 연구자들은 주요 질병과 급성질환을 대상으로 최고 수준의 진단과 치료 전략을 대표하는 임상경험을 AI를 통해 수집하고자 노력하고 있음
- AI는 인간의 사고과정을 모방하면서 변증법적 사고방식으로 실행할 수 있도록 트레이닝될 수 있으며, 동시에 현대 진단 및 치료경험에 대한 새로운 정보를 수집할 수도 있고 지리적 관점에서 인종/질병별로 솔루션을 다르게 제공할 수 있음
- Liu Fan(2020)⁴⁴⁾의 연구에서는 중의학 전문가를 대상으로 만성위염 치료(유명한 중의학 임상의 그룹에 의해 처방된 진단 및 약물에 대해 증상 차이와 비교 등을 통해)에서 중의학 효과에 대한 후향적 데이터를 분석하기 위해 지식맵핑 기술 활용함
- 이 분석을 통해 지식맵핑에서 우수하다고 판단한 4가지 진단치료 계획을 도출하였고, 이는 중의학에서의 AI 활용이 유명한 임상의들의 경험들을 효과적으로 이용할 수 있음을 보여주었고, 지식맵핑 기술이 단지 데이터베이스 구축뿐만 아니라, 임상 실행전 새로운 아이디어나 치료방법을 시각화하고 심층 분석할 수 있는데 도움이 된다는 점을 확인할 수 있었음
- 이외에도 Chen Qingwen(2009)⁴⁵⁾은 뉴럴네트워크 기술을 이용하여 자동진단·치료시스템을 개발하였고, 이러한 증상 기반 탐색도구를 활용함으로써 임상의들은 빠르게 중요한 의료기록을 접근할 수 있을 뿐만 아니라 정확하게 환자들에게 전자처방을 실행할 수 있음

□ 침술과 AI 융합

- 로봇제어 침술기술(RCA)⁴⁶⁾은 ① 경혈의 위치파악, ② 침 치료효과 조사, ③ 경혈자극의 치료효능에 대한 AI 가이드 자동 검출을 위해 Tainan National Cheng Kung University의 컴퓨터 과학 및 정보공학과에서 개발한 기술임

44) F. Liu, Research on the Identification and Treatment scheme of Chronic Gastritis by Famous Veteran Chinese Medicine Practitioners Based on Knowledge Mapping Technology, Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing, China, 2020

45) Q. W. Chen, "Analysis of TCM syndrome and treatment model based on artificial neural network," Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, vol. 27, no. 7, pp. 1517-1520, 2009

46) C. L. Kun and L. Gerhardt, "Robot-controlled acupuncture—an innovative step towards modernization of the ancient traditional medical treatment method," Medicines, vol. 6, no. 3, p. 87, 2019.

- 이를 위해 뇌파(EEG) 변화를 실시간 모니터링을 통해 Qi(氣) 확보량을 결정하는 2D 단안 카메라와 로봇팔을 만들어진 자동침술시스템을 만들
- RCA 기술을 이용하여 인간이 도달하기 어려운 경혈위치를 찾을 수 있으며, 3D 그래픽 소프트웨어를 이용하여 3DMM 텍스처를 정밀 안면 침술 수행단계에서 포함시킴으로써 더 높은 정확도로 작업을 수행할 수 있음
- 이와 같이 AI를 활용함으로써 서구국가에서 이슈되고 있는 침술안전문제에 대한 논쟁을 크게 줄일 수 있고, 이러한 다학제간 방법은 침술기술에 대한 국제의학 연구를 촉진하여 첨단 방법들을 개발할 수 있을 것으로 전망됨
- 그러나 침술 기(Qi) 기반 연구가 아직 세련된 기능이 포함되지 않고 심층 치료에 부족하다는 점 등 기기 기반의 연구에 머물러 있음
- 향후 연구에서는 클러스터링 알고리즘, 연관성 알고리즘, 딥러닝 알고리즘 등 AI 기술이 중요한 특징들을 특징하는 예측모델을 개발하는데 적용되어야 함

□ 예방의학에서의 AI 활용

- Xia Shujie et al.(2019)⁴⁷⁾는 AI를 이용하여 “예방의학” 측면에서의 건강관리모델을 분석하여 핵심기술모델을 수립하고 프로세스를 세단계로 정리함
- 첫째, 매크로, 메소, 마이크 차원에서 보건의료 데이터를 수집하였고, 다음으로 다중 레이블 학습, Ada Boost, 신경망 및 퍼지수학 등 AI 방법론을 적용한 후 마지막으로 가장 최선의 치료방법에 도달하기 위해 다이너믹스를 평가하고 정리한 상태에 개입함
- 이외에도 AI를 활용한 Snowy Technology(2019)⁴⁸⁾은 중의학의 맥진단방법을 디지털화하여 AI 가이드 시스템에 적용하였고, 여기에서 심박수, 혈압 등의 데이터를 수집하고 심혈관 및 뇌혈관 질환의 리스크를 실시간으로 평가하는데 필수적인 14가지 주요 장기의 건강상태를 분석함

□ 추나 마사지 로봇

- 아직 추나요법에서 AI 적용은 초기단계로 연구자들은 효율성과 안전성을 개선하기 위해 추나 프로토콜 기반으로 스마트한 마사지 장비 또는 로봇을 개발하기 위해 지속적으로 노력하고 있음
- 수동 임피던스 제어기술을 기반으로 Huang et al.(2015)⁴⁹⁾ 등은 중의학 마사지 기술로

47) S. J. Xia, C. Y. Yang, and C. D. Li, “An analysis of intelligent TCM health management model of “treating the untreated disease”,” Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, vol. 34, no. 11, pp. 5007-5010, 2019.

48) Y. Q. Li, “Artificial intelligence empowers Chinese medicine practitioners to practice “treating the disease before it happens” with the seton heart and brain monitoring system,” 2019, <https://www.huanqiu.com/>. 2019-11-12.

프로그래밍된 완전탄성관절을 가진 4 자유도 로봇팔을 개발하였고, AI를 활용함으로써 개인의 증상에 따라 그에 상응하는 기술들을 구현할 수 있게 함

- 이 시스템은 다양한 기능을 제공할 수는 있으나 높은 비용과 부피가 크다는 점에서 보급에 어려움이 있었으나, Wang et al.(2018)⁵⁰⁾은 3가지 기능(두드리기, 롤링, 주무르기)의 휴대용 등 마사지 로봇을 개발하였고, 더 나은 효과를 위한 전체 경로 플래닝 알고리즘을 제안함
- 최근 마사지 기술의 정밀도가 높아지면서 로봇 활용도가 증가하고 있으나, 아직 증상별 치료에 있어서 마사지 로봇의 유연성은 개선될 여지가 남아있음

□ 기공 호흡특성을 특정병리와 결합한 데이터 생성과 이를 기반으로 서비스 모델 개발

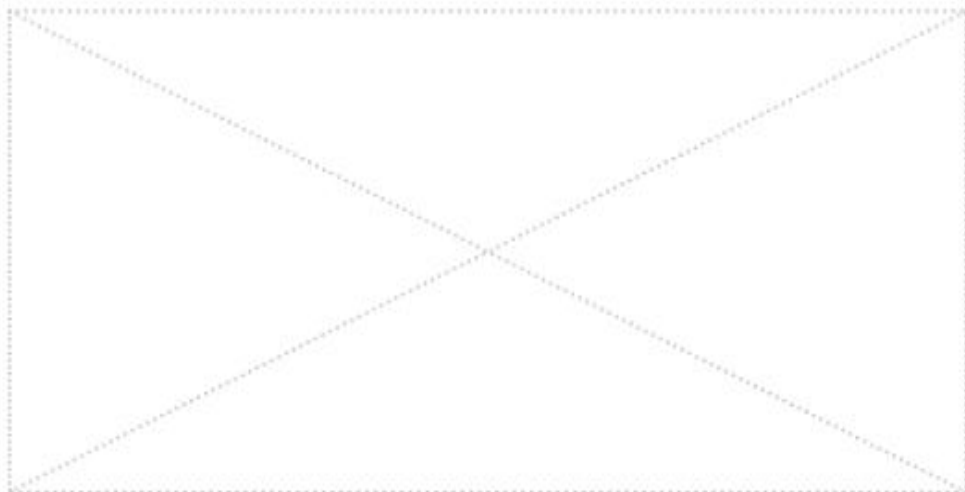
- 질병과 관련된 기공호흡의 패턴을 정의하여 그 특성을 입증하는 연구가 이루어지고, 이러한 특성을 특정 병리와 결합함으로써 해당 병리에 대한 데이터베이스로 활용한 AI 기반 의료서비스를 제공할 수 있음
- 몇몇 연구⁵¹⁾⁵²⁾⁵³⁾에서는 기공의 호흡특성을 나타내는 활력 지수(Vitality Score Index)가 AI를 통해 매일 수집되고 평가됨으로써 호흡기 질환 등 환자의 건강유지를 안내함
 - 치료와 바이오마커(VSI 정의 등)을 고려한 호흡기 건강에 대한 기공평가는 장기적인 건강 관리패턴을 추적하는데 유용할 수 있음
- AI는 기공 치료의 실험적 결과를 요약하고 세포활동, 면역기능, 중추과민반응을 개선하고 호흡기조절을 통한 장기노화 지연에 미치는 영향을 제안하고, 계속해서 다양한 환자에게 적용할 때 기공의 기능을 보완함
- 또한, AI가 치료목적을 달성하기 위해 세포 소기관 간의 기계감지조절 등 세포 미세환경 차원에서 기공의 효과를 분석함으로써 기공이 임상치료 및 건강관리를 지원할 수 있는 가능성을 제공함

4. 보완대체의학에서의 뇌연구 기술융합 동향

-
- 49) Y. Huang, J. Li, Q. Huang, and P. Souères, “Anthropomorphic robotic arm with integrated elastic joints for TCM remedial massage,” *Robotica*, vol. 33, no. 2, pp. 348-365, 2015.
 - 50) W. Wang, P. Zhang, C. Liang, and Y. Shi, “A portable back massage robot based on traditional Chinese medicine,” *Technology and Health Care*, vol. 26, no. 4, pp. 709-713, 2018.
 - 51) J. Zhang, Q. Su, W. G. Loudon et al., “Breathing signature as vitality score index created by exercises of qigong: implications of artificial intelligence tools used in traditional Chinese medicine,” *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, vol. 4, no. 4, p. 71, 2019.
 - 52) C. Chen, T. Wen, and W. Liao, “Neurally adjusted ventilatory assist versus pressure support ventilation in patient-ventilator interaction and clinical outcomes: a meta-analysis of clinical trials,” *Annals of Translational Medicine*, vol. 7, no. 16, p. 382, 2019.
 - 53) N. A. Nayan, N. S. Risman, and R. Jaafar, “A portable respiratory rate estimation system with a passive single-lead electrocardiogram acquisition module,” *Technology and Health Care*, vol. 24, no. 4, pp. 591-597, 2016.

□ 뇌파검사와 같은 기술을 활용한 경혈과 비경혈간 치료효과의 차이 규명 연구(Power Spectrum Features of Acupoint Bioelectricity Signal)⁵⁴⁾

- 기존 연구들에서는 경혈의 생리적 효과와 전기생리학적 특성에 중점을 둔 연구는 많이 이뤄졌으나, 경혈과 비경혈간 치료효과의 차이는 보여주지 못함
 - 많은 연구에서 경혈이 비경혈과의 비교를 통해 전기신호를 전송하는 특정 채널일 수 있고, 전도도를 높이고 전기저항이나 임피던스를 줄이면서 전위를 증가시킬 수 있다고 제시함
 - 특히, 땀샘의 밀도, 경혈위치, 전극분극, 주파수 등 많은 요인들이 경혈 저항에 영향을 미칠 수 있는데, 이러한 요인들을 해결하기 위해 Gow et al.은 피부 접촉을 피해 경혈저항을 감지하는 Kelvin 프로브를 적용하였으나, 프로브가 주변 환경이나 다른 움직임에 민감하기 때문에 제한적일 수 밖에 없었음
- 동 연구에서는 심전도 또는 뇌파검사와 유사한 기술을 적용하여 경혈의 신호를 감지할 수 있다는 것을 제안하고 있으며, 경혈과 비경혈의 제어위치에서 전기신호를 수집하기 위해 전기스펙트럼기기를 사용하였고, 이를 통해 외부자극 없이 경혈과 비경혈의 신호 차이와 전기신호의 특이성을 이해하고자 함



자료 : Jingjing Zhang(2021)

[그림 3-15] 경혈생체 전기신호 스펙트럼 특징 연구에서 사용된 장치

- 연구에 사용된 전기신호 수집 장비는 USB-ME16-FAI 시스템(Multichannel Systems, Reutlingen, Germany)이며, 확보한 신호에 대한 전기스펙트럼을 분석하기 위해 MLTLAB(MathWorks, Natick, MA) 프로그램을 사용함
- 연구는 23세-30세 사이의 36명 피험자(여성 29명, 남성 7명)가 2018년 2월부터 7월까지 참여하였고, 테스트는 중국 Xiyuan 병원의 신장과에서 이루어짐
 - 시험 전날, 전날의 감정적, 식이상태를 질의하였고, 분노 등의 과도한 감정을 경험하거나

54) Jingjing Zhang, et al., Power Spectrum Features of Acupoint Bioelectricity Signal, 2021

차갑고 매운 음식을 섭취한 사람, 과식한 사람은 제외됨

- 연구결과는 36명의 참가자의 5개 경혈과 비경혈 제어점을 스캔하였고, 이를 분석한 결과 대부분 고전력 경혈과 비경혈 생체 전기신호간 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 증명함

□ 허혈성 뇌졸중 이후 수면장애 침치료 효과분석을 위해 무선 다이내믹 수면 모니터 적용 : 후향적 연구(Application of Wireless Dynamic Sleep Monitor in Acupuncture Treatment of Insomnia after Ischemic Stroke: A Retrospective Study)⁵⁵⁾

- 동 연구는 무선수면모니터를 활용하여 허혈성 뇌졸중 이후의 수면장애에 대한 침술의 임상효과를 후향적으로 분석함
- 2018년 3월 1일부터 2019년 9월 30일까지 Shenzhen Longhua District Central Hospital의 입원환자의 의료기록시스템에서 허혈성 뇌졸중 이후 수면장애 105건을 추출하였고, 치료계획에 따라 침술치료 그룹(57건)과 약물치료 그룹(48건)으로 구분함
- 침술치료 그룹은 일반적인 관리 하에 침치료를 받았고, 약물치료 그룹도 일반적인 관리 하에 estazolam 경구치료를 받음
- ICF 프레임워크 하에, 수면기능, 감정기능과 관련된 항목을 선정하여 평가를 실시하였고, 아웃컴 파라미터로 피츠버그 수면 질 인덱스(PSQI), 자가평가불안척도(SAS), 자가평가 우울척도(SDS)에 대해 치료전, 치료 직후, 이후 사후관리 상의 변화를 이용함
- 연구결과, 그룹내 비교에서는 ActiSleep-BT 무선 다이내믹 수면 모니터 데이터와 PSQI 및 ICF 하에서 치료 전후 침술치료 그룹에서 유의한 차이를 보여주었고, 침술치료 그룹과 대조군 비교에서도 ActiSleep-BT 무선 다이내믹 모니터 데이터, BQI, ICF에서도 유의한 차이를 보임
- 결론적으로 ActiSleep-BT 무선 수면 모니터링을 사용하여 평가한 결과, 허혈성 뇌졸중 이후 수면장애에 대한 침술치료 효과가 있음을 보여줌

□ 휴지상태 fMRI(rs-fMRI)를 이용한 침술 효능 연구⁵⁶⁾

- rs-fMRI 적용하여 침술과정을 분석하는 연구는 침술의 메커니즘 연구를 목표로 하는 비 침습적이고 광범위한 방법임
- 연구팀은 최근 10년 동안의 침술연구에서 rs-fMRI을 적용한 경혈, 주체, 침 방법 및 강도에 대해 조사함
- 분석결과, rs-fMRI을 적용한 연구는 침술치료의 메커니즘 연구, 질병과 진단근거의 시각

55) Yujuan Song, et al., Application of Wireless Dynamic Sleep Monitor in Acupuncture Treatment of Insomnia after Ischemic Stroke: A Retrospective Study, 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/5524622>

56) Xiaoling Li, et al., Resting-State fMRI in Studies of Acupuncture, 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/6616060>

화와 효능평가, 경혈자극의 생리적 기전, 경혈의 시각화 등을 포함하는 것으로 나타남

- 주요 연구대상 질환으로는 신경질환(Nervous System Diseases), 운동 관련 질환(Motor System Diseases) 등으로 조사됨

○ 구체적으로 경혈의 생리학적 기전과 특이성 연구에서는 다음과 같은 결과를 도출함

- 뇌의 연결성과 경혈간 국지적 상호작용에서 차이가 있으며, 싱글 포인트보다 조합한 포인트에서 넓게 활성화됨을 보여줌
- 조절 영역에서는 대부분 감정적/인지적/통증적 기능과 관련되어 있고, 변연계(limbic system)와 피질하영역(subcortical area)은 침술치료 후 중심이 된다고 밝혀짐
- 또한, 베룸침술은 가짜침술(sham acupuncture)에 비해 DMN(Default mode network), PAG(Periaqueductal gray), PCC(Posterior cingulate cortex), 통증 매트릭스 연결성을 증가시킬 수 있으며, 실제 효과적이지 않음을 밝힘
- 동측 침술(ipsilateral acupuncture)의 국소 뇌 기능활동은 대측 침술(contralateral acupuncture)과는 다르며, 침술 효과는 개인차가 있고 다른 침술, 강도, 방법, 대상에서는 뇌 기능적 연결성의 변화정도가 다르다는 것을 보여주며, 조정침술방법은 뇌활동을 조절하는 수단으로 사용 가능함
- 이외에도 침 치료, 특정 질병에 대한 진단 및 치료, 치료효과 평가연구에서 뇌 기능적 연결성이 질병마다 다르다는 점과, 침술이 신경계, 운동계 관련 뇌 네트워크를 조절함으로써 질병을 치료할 수 있음을 보여줌
- rs-fMRI는 침술후 치료효과를 평가하는데 중요하며, 특정 질환의 바이오마커 발굴에 중요함

○ 동 연구에서는 rs-fMRI 활용을 통해 뉴런 자체적인 활동을 마이크로, 메소, 뇌 전체차원에서 관찰할 수 있어 뇌의 조직화와 메커니즘 설명에 기여할 것으로 예상됨

- 다만, 동 연구의 샘플 사이즈는 비교적 작아서 향후에는 침술의 대뇌 메커니즘을 규명하기 위해 AI 모델과 fMRI 자동결과도출시스템 개발에 필요한 많은 양의 샘플 수집이 중요함

□ 국내에서는 한의학의 경락이론에 기반을 둔 한의 정신요법인 ‘감정자유기법(Emotional Freedom Techniques)’의 한의치료기술 최초 신의료기술 등재⁵⁷⁾

○ 신의료기술평가위원회에 따르면 감정자유기법은 외상 후 스트레스 장애 환자의 부정적 감정 해소 등 증상 개선을 위해 시행

- ‘감정자유기법’은 모든 부정적인 감정은 경락체계의 기능 이상으로 인해 나타난다는 전제 하에 경혈점들을 자극해 경락의 기능을 회복시키고 안정시키는 치료법
- 검사방법은 경혈 두드리기와 확언을 활용해 준비단계, 기본 두드리기 단계, 뇌조율 과정의 반복이며 비침습적인 방법으로 환자에게 직접적인 위해를 가하지 않아 안전한 기술이라고 판단

57) 과학기술전략연구소, 과학화/표준화 기반 한의학 연구의 방향성 도출을 위한 기획연구, 2020

- 외상 후 스트레스 장애에 효과가 있으며, 화병 및 불면증에 대한 임상연구도 진행
- 유효성에 대해서 ‘고식적 치료 등과 비교 시 유의하게 증상 완화 효과를 보여 유효한 기술’이라는 판단을 내렸고 행정예고를 통과하게 되면 한의학에서 첫 신의료기술로 인정될 전망
- 신의료기술로 등재된다는 것은 해당 치료법이 기존의 치료와 다르면서 효과적이고 부작용이 적다는 것을 국가로부터 공인받는 것

5. CAM과 오믹스 기술융합 동향

□ eCAM에서는 오믹스 기술과의 융합을 통한 CAM 논문 공모

- CAM은 단독 또는 보조요법으로 임상증상을 완화할 수 있고, 병리학적 변화를 지연시키거나 역전시킬 수도 있으며, 임상효능과 메커니즘에 대한 과학적 해석과 탐구는 발전의 주요 열쇠임
- 오믹스 기술은 복잡성, 다차원, 네트워크 상호작용을 포함한 특성을 다루는 기술로 CAM의 기본개념과 메커니즘을 설명하는데 혁신적인 도구가 될 수 있음
- 2020년 eCAM에서는 오믹스 기술과의 융합에 대한 주제로 논문을 공고하였고, 이에 대해 가이드라인으로 다음과 같은 연구주제를 제시함⁵⁸⁾
 - 오믹스 기술 관점에서 전통적이고 혁신적인 CAM 치료방법 조사/분석
 - 오믹스 기술을 통해 한의학 허혈증과 같은 CAM 이론 시스템 기본개념 해석
 - 병리학적 변화와 오믹스 변화간 상관관계
 - 약재, 단량체(monomers), 처방, 특허 신약, 기타 CAM 치료요법을 포함한 오믹스 관점에서 본 CAM 치료적 메커니즘 개발
 - 오믹스 기술을 통한 CAM 관련 생물학적/병리학적 과정에 대한 이해
 - 최근 CAM 연구에서 오믹스 기술과 연구방법 동향
 - 오믹스 기술을 통한 CAM의 객관적인 바이오마커 탐지 및 식별

□ 질환치료 분야에서 오믹스를 활용한 CAM 연구 활발

- 1990년대 인간 게놈 프로젝트(Human Genome Project)가 시작된 이후 유전체학, 전사체학, 단백질체학 등 유전자와 그 발현산물에 대한 연구가 빠르게 발전함
- 이중, 전사체학(transcriptomics)은 세포상태를 체계적으로 감지하고 실시간 발현상태와 분해정도를 종합적으로 반영할 수 있어 인간 질병 연구에 매우 중요함

58) <https://www.hindawi.com/journals/ecam/si/907946/>

- 현재 오믹스를 이용한 CAM 질환 연구들이 많이 진행되고 있는데 예를 들어, 중의학의 관상동맥심장질환 치료에 대사체학을 적용한 연구가 있음(Wu et al⁵⁹⁾., 2019)
- 이외에도 대사체학 기술을 사용한 항염효과 연구⁶⁰⁾, 통합전사체학, 단백질체학, 대사체학 및 시스템 약리학을 통해 만성 폐쇄성 폐질환 치료의 메커니즘 연구사례⁶¹⁾도 있음
- 그러나, 오믹스 기술을 이용한 기존 전통의학의 이론을 설명하는 연구는 적은 편이며, He et al.(2016)⁶²⁾ 연구는 전통의학의 허혈증 이론을 설명하기 위해 전사체 기술을 사용함

□ 한의학에서의 장내 미생물 효과에 대한 국내외 연구동향

- 인간의 건강과 장내미생물의 상호연관성이 밝혀지면서 장내미생물 관련 연구가 급격히 증가하게 되었고, 2011년 Science지의 10대 breakthrough 기술로 미생물 유전체 신약기술이 선정되기도 함
- 2008년 미국 국립보건원(NIH)에서 진행한 인간 미생물체 프로젝트(Human microbiome project)를 통해 막대한 예산이 투입되면서 인간 미생물 변화가 인체의 건강 및 질환에 미치는 영향을 알아보는 연구가 활발히 진행됨
- 우리나라에서도 2014년부터 2021년까지의 ‘포스트게놈 다부처 유전체 사업’의 하나로 미생물과 숙주의 상호작용에 관한 연구가 추진되고 있는 등 국가 또는 다국가 주도로 인간의 건강, 농림 축산 산업 등에서 미생물이 미치는 영향에 관한 연구가 활발함
 - 구체적으로 미생물 유전체에 대한 인과관계와 상관관계를 밝히는 기초연구뿐만 아니라, 현재까지 보고된 연구성과를 토대로 질환예방과 건강증진을 위한 미생물 분리와 발굴, 효능평가, 인체 적용과 관련된 연구가 지속적으로 이루어지고 있음
- 그러나 한약과 장내미생물 조절 관련 기전연구를 통해 밝혀지고 있으나, 현재 장내미생물 조절에 대한 한약연구는 부족한 상황임
 - 안혜리 et al(2020)⁶³⁾의 연구결과에 따르면, 질환별로는 당뇨, 비만 등 대사증후군 관련 연구가 많이 진행되고, 과민성 대장증후군, 염증성장질환 등 위장관계 질환도 연구가 진행됨

59) G.-S. Wu, H.-K. Li, and W.-D. Zhang, “Metabolomics and its application in the treatment of coronary heart disease with traditional Chinese medicine,” Chinese Journal of Natural Medicines, vol. 17, no. 5, pp. 321-330, 2019. View at: Publisher Site | Google Sc

60) S. Zhao, Z. Liu, M. Wang et al., “Anti-inflammatory effects of Zhishi and Zhiqiao revealed by network pharmacology integrated with molecular mechanism and metabolomics studies,” Phytomedicine, vol. 50, pp. 61-72, 2018.

61) Z. Peng, J. Li, L. Yang, Y. Li, Y. Tian, and S. Li, “Integration of transcriptomics, proteomics, metabolomics and systems pharmacology data to reveal the therapeutic mechanism underlying Chinese herbal Bufe Yishen formula for the treatment of chronic obstructive pulmonary disease,” Molecular Medicine Reports, vol. 17, no. 4, pp. 5247-5257, 2018.

62) L. He, M. Fang, L. Chen et al., “Transcriptome analysis of blood stasis syndrome in subjects with hypertension,” Journal of Traditional Chinese Medicine, vol. 36, no. 2, pp. 173-180, 2016.

63) 안혜리/송지현/이혜림, 한약의 장내미생물 조절 효과에 대한 국내외 실험 연구 고찰, 대한한방소아과학회지 제34권 제4호, 2020년 11월

※ 동 연구의 분석대상 논문 모두 in vivo 실험으로 총 25편을 대상으로 하며, 마우스모델을 이용한 총 16편 논문 중 C57BL/6을 이용한 논문이 14편, Rat을 이용한 8편 논문 중 Sprague-Dawley(SD)을 이용한 논문이 6편임

- 이외에도 비양허설사, 장내노화, 뇌졸중, 대장암, 심근경색 관련 질환, 우울증 등이 있음
 - 특히, 당뇨/비만/대사증후군의 경우 질환유도방법으로 대부분 실험동물의 당뇨를 유발하기 위해 공통적으로 고지방식이를 이용하고, 약물에 대해서는 단일 약제보다 혼합처방에 대한 연구가 많은 것으로 분석, 대상 약제별로는 황련, 황기, 백출, 복령, 단삼 순으로 나타남
 - 25편 논문 모두 장내미생물을 분석하기 위해 16S rRNA sequencing을 사용하였고, 장내미생물 데이터베이스 종류를 기재한 논문 15편 중 RDP(Ribosomal database project)를 사용한 논문이 6편으로 가장 많았음
 - 실험결과에 대해서는 25편 논문 모두 한약이 장내미생물의 조성변화에 영향을 주었으며 증상에 대한 호전을 보였음을 도출함
- 장내미생물과 건강에 대한 관심이 고조되고는 있으나, 한의학 치료가 장내 미생물에 미치는 효과 연구는 아직 미비한 실정임
- Ryu(2019)⁶⁴⁾에 따르면, 대사질환과 면역질환에서 장내 미생물과의 관련성에 대해 보고되고 있음에도 한약 치료에서 면역질환이나 항생제로 인한 장내미생물 불균형에 대한 장내미생물과의 관계는 연구된 바가 없어 향후 필요하다고 보고함
 - 또한, 연구방법에서도 장질환에 사용되는 동물모델 중 Acetic acid 투여 동물모델은 간단하고 경제적이거나 염증이 비특이적이며 만성적으로 유지되지 않다는 단점이 있는 등이 있어 이를 보완한 동물모델 이용이 필요함을 지적함
 - 또한, 대상 약제 중 황련, 황기, 백출이 가장 많은 빈도로 사용되고 있는데 모두 소화기능에 영향을 주는 것으로 장내미생물 조절효과와 연관성이 있다고 판단되나, 대부분 국내에서 사용하지 않은 약제와 처방이 많다는 점을 지적하고 있음

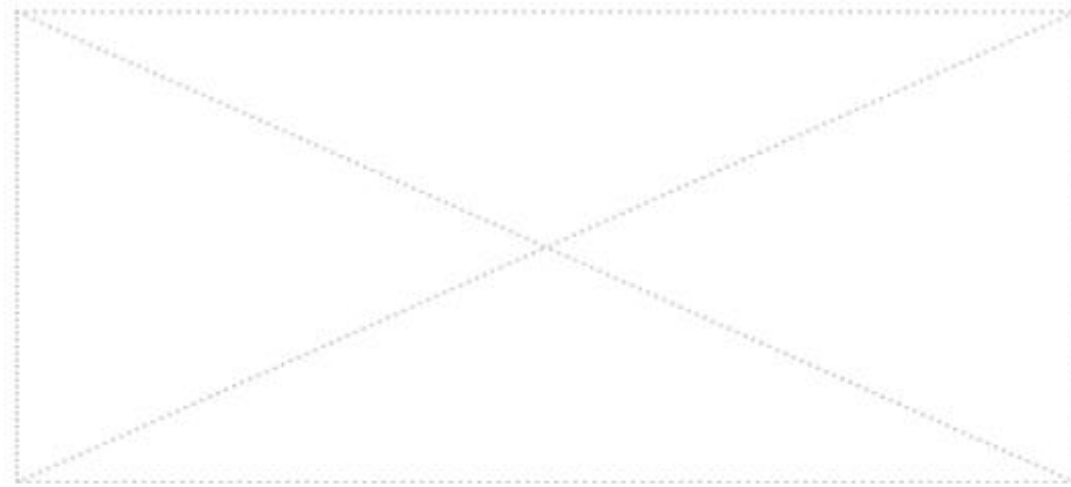
6. 재활과 융합가능한 기술개발 동향

□ Xiaowei Sun et al.(2021)⁶⁵⁾에서 학제간 결합이 가장 두드러지는 뇌졸중 편마비 재활과 관련하여 다음과 같은 분야를 대상으로 최근 5년간 동향 검토

- 이하에서는 각 분야별로 어떻게 뇌졸중 편마비 재활치료와 관련하여 연구가 이루어지고 있는지 살펴보고 기존 한의학 기반의 치료방법과 접목한 연구들에 대해 검토함

64) Ryu DY, Kim KB. Current trends and future directions of gut microbiota and their-derived metabolite study in the pediatric perspective of korean medicine. J Pediatr Korean Med. 2019;33(1):34-45.

65) Xiaowei Sun et al., Discussion on the Rehabilitation of Stroke Hemiplegia Based on Interdisciplinary Combination of Medicine and Engineering, Volume 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/6631835>



자료 : Xiaowei Sun et al.(2021)

[그림 3-16] 뇌졸중 재활에서 활용되고 있는 타기술 분야

- (VR) 자율성, 상호작용, presence의 기술적 특성을 갖는 VR와 재활훈련이 결합하여 뇌졸중 환자가 가상 환경에서 신경재활을 받을 수 있는 새로운 방법 제공
 - 기술적 한계로는 VR 기술이 치료 중 눈의 피로와 육체적 피로를 유발할 수 있다는 점이며, 헤드마운트 디스플레이를 사용할 경우 속도가 느린 등의 실세계와의 시공간 운동학이 다르다는 점이 지적되고 있음
- (Robot Training) 임상과의 공학자간 협력을 통해 최근 재활로봇에 대한 새로운 기술개발 활발
 - 재활로봇은 재활치료를 돕기 위해 일련의 복잡한 작업을 자동으로 수행할 수 있는 기존 재활장비와는 다름
 - 첨단 로봇시스템에서는 반복적이고 재현가능한 대화형 교육이 가능하고 뇌졸중 환자 회복에 대한 분석 및 평가에서 움직임에 대한 성과평가 기술을 사용하고 있음
 - 기존 연구결과에 따르면, 재활활동은 많을수록 회복에 효과적이며, 따라서 로봇기반 재활 훈련은 운동반복 강도를 높여 신경가소성을 촉진할 수 있음
 - 그러나 RAST(Robot-Assisted Step Training)의 경우 움직임의 오류를 허용하지 않거나 환자가 움직임을 바꾸는 것을 허용하지 않아 환자 참여를 감소시키는 원인이 됨
 - 또한, 최근에는 로봇의 휴대성과 편안함에 대한 연구도 이루어지고 있어 뇌졸중 환자를 지원하는 웨어러블 로봇⁶⁶⁾, ReWalk ReStoreTM의 뇌졸중 환자 보행보조를 위한 소프트 로봇 엑소슈트(soft robotic exosuit)⁶⁷⁾가 그 사례임

66) C. Pinheiro, J. Figueiredo, N. Magalhães, and C. P. Santos, "Wearable biofeedback improves human-robot compliance during ankle-foot exoskeleton-assisted gait training: a pre-post controlled study in healthy participants," Sensors, vol. 20, no. 20, p. 5876, 2020.

□ (mHealth) 편마비가 있는 뇌졸중 환자의 재활서비스를 제공하기 위한 모바일 헬스 기술개발 활발

- PSMrS(Personalized Self-Management Rehabilitation System, 맞춤형 자가관리 재활시스템) 기반의 스마트 신발 기술(smart shoe technology)⁶⁸⁾은 신발 깔창을 통해 환자의 움직임을 모니터링하고 데이터를 스크린으로 보내어 집에서 평가 또는 모니터링한 피드백을 환자에게 제공함
- mRehab⁶⁹⁾ 기술은 스마트폰과 3D 프린팅을 결합하여 집에서 상시 재활프로그램을 제공함으로써 편마비 뇌졸중 환자를 지원함
- 이외에도 편마비가 있는 뇌졸중 환자가 집에서 손기능을 측정하고 평가할 수 있도록 카메라와 컴퓨터 비전 알고리즘이 결합한 기술 연구도 있으며, 의사결정 알고리즘과 결합된 실시간 센서 데이터를 제공한 사례도 있음
- 예를 들어 일상생활에서 환자의 운동기능을 평가할 수 있도록 지속적으로 데이터를 수집하는 장비 개발도 있고, 환자가 치료사 없이 자신의 운동기능을 평가할 수 있는 기기 개발 사례도 있음

□ (BCI) 최근 EEG(뇌파)를 활용한 BCI 기술은 뇌졸중 환자의 수면과 우울증 리스크 치료에 있어서 새로운 가능성 제공

- Brain-Computer Interface(BCI) 기술은 인간의 두뇌와 외부장치를 연결하는 기술로 뇌의 신경생리학적 신호를 제어신호로 변환하여 외부장치와 컴퓨터를 작동하여 다양한 작업을 수행하도록 도와줌
- 침습적 BCI 시스템에서 얻은 피질 신호의 정확도는 침습적 BCI 신호만큼 높지 않지만, 휴대성, 안전성, 편리성, 저비용 등의 이점이 있어 선호하게 됨
- 이러한 장치에는 유선 EEG 장치의 움직임으로 생성되는 잡음과 신호 아티팩트를 감소시키는 무선 EEG가 포함되어 있음
- 대부분의 임상연구에 따르면, BCI 훈련은 뇌졸중후 편마비 재활에 효과적이며, BCI의 기능적 전기자극(FES)의 결합은 감각운동 회로 폐쇄를 향상시키는 운동 훈련 중 환자의 운

67) L. N. Awad, A. Esquenazi, G. E. Francisco, K. J. Nolan, and A. Jayaraman, "The ReWalk ReStore™ soft robotic exosuit: a multi-site clinical trial of the safety, reliability, and feasibility of exosuit-augmented post-stroke gait rehabilitation," *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 17, no. 1, p. 80, 2020.

68) S. Mawson, N. Nasr, J. Parker, R. Davies, H. Zheng, and G. Mountain, "A personalized self-management rehabilitation system with an intelligent shoe for stroke survivors: a realist evaluation," *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, vol. 3, no. 1, p. e1, 2016.

69) J. Langan, S. Bhattacharjya, H. Subryan et al., "In-home rehabilitation using a smartphone app coupled with 3D printed functional objects: single-subject design study," *JMIR Mhealth Uhealth*, vol. 8, no. 7, p. e19582, 2020.

동인식과 피질 척수 순환을 높임으로써 우수한 임상결과를 보임

- 다른 연구사례⁷⁰⁾에서는 만성 뇌졸중환자에 대해 BCI와 tDCS 훈련의 결합을 통해 뇌 백질 연결성을 개선하고 병변이 있는 피질의 순환을 증가시켜 대뇌혈류를 개선시킨다는 것을 밝힘
- 이외에도 EEG를 타겟으로 하는 SMR(Sensory Motor Rhythm)은 최근 SMR-BCI 기반의 뉴로피드백 프로세스를 통해 환자의 운동능력을 향상시킬 수 있음을 증명함⁷¹⁾
- 다만, 웨어러블 기기 또는 무선 EEG 헤드셋을 통한 BCI는 다양한 환경에서 유연하게 대응할 수 있으나, 기록품질이 1시간이 지나면 저하되는 문제가 있고 전식 EEG 센서의 경우 피부트러블 문제와 운동장비에 아주 민감하다는 점에서 기술적 한계가 있음

□ (NIBS) 비침습적 두뇌자극 기술(NIBS)인 경두개 직류전기자극(tDCS)과 반복 경두부 자기자극(rTMS)은 뇌졸중 이후 편마비 환자 재활에 운동훈련과 함께 다음과 같이 사용되고 있음

- (경두개 직류전기자극, tDCS) TMS(경두부 자기자극)와 치료효과는 비슷하나 자기장 대신 전기를 사용하는 시술방법으로, 보행 기능 회복 등 임상적으로 널리 사용되고 있음
 - 연구에 따르면, tDCS는 만성 뇌졸중 환자의 상지기능(upper limb function)을 향상시킬 수 있고, 아급성 뇌졸중환자의 하지에도 상당한 영향을 미칠 수 있음
 - 뇌졸중 이후 편마비 환자 754명을 대상으로 한 네트워크 메타분석에서 음극(-) tDCS가 환자의 일상생활 활동 개선을 확인할 수 있었고, 전임상 동물실험에서도 일부 사지강도와 보행 회복을 보임⁷²⁾
 - 최근 연구에서는 운동회복기간에 대뇌 상호작용이론은 대뇌반구가 경쟁보다 협력을 통해 잘 작동함을 제안하면서⁷³⁾, 양극성 자극(+)(-)은 단극성 자극에 비해 더 큰 성능향상을 제공할 수 있어 향후 연구에서는 양극성 동시 자극에 대한 연구 중요성 강조
 - 이외에도 자극 간격에 대한 문제, 전류밀도 문제, 전극크기 문제 등 치료에 있어서 아직 해결할 문제들이 제기되고 있음
- (반복 경두부 자기자극, rTMS) 반복 경두부 자기자극은 운동영역을 반복 자극함으로써 운동영역 자극 효과가 보고되고 있으나, 아직 근거는 명확하지 않음

70) R. Mane, E. Chew, K. S. Phua et al., "Prognostic and monitory EEG-biomarkers for BCI upper-limb stroke rehabilitation," IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 27, no. 8, pp. 1654-1664, 2019.

71) Z. Bai, K. N. K. Fong, J. J. Zhang, J. Chan, and K. H. Ting, "Immediate and long-term effects of BCI-based rehabilitation of the upper extremity after stroke: a systematic review and meta-analysis," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 17, no. 1, p. 57, 2020.

72) B. Elsner, G. Kwakkel, J. Kugler, and J. Mehrholz, "Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving capacity in activities and arm function after stroke: a network meta-analysis of randomised controlled trials," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 14, no. 1, p. 95, 2017.

73) W. Feng, S. A. Kautz, G. Schlaug, C. Meinzer, M. S. George, and P. Y. Chhatbar, "Transcranial direct current stimulation for poststroke motor recovery: challenges and opportunities," PM&R, vol. 10, no. 9 Suppl 2, pp. S157-S164, 2018.

- 반복 경두부 자기자극은 대뇌의 특정부위에 강한 자기장을 주어 대뇌피질의 흥분도와 피질 회로의 가소성을 변화시키는 비침습적인 방법임
- 뇌졸중 환자에서 병변측에 고빈도 rTMS나 반대측에 저빈도 rTMS는 병변측의 운동피질 활성도를 증가시켜 운동유발전위가 증가하고 손의 운동기능이나 근육의 수축력을 향상시키므로 rTMS는 마비된 사지의 신경을 재분포시키고 운동기능에 기여하는 대뇌피질의 흥분도를 변화시키는 치료방법으로 보고되어 있음⁷⁴⁾
- rTMS 조절에 따라 뇌허혈이 있는 성체 쥐에서 해마 부위의 신경세포 죽음을 지연시키거나 예방할 수 있으며⁷⁵⁾, 허혈이 발생한 첫 48시간 동안 고주파 rTMS를 적용하면 신경을 최대한 보호할 수도 있음⁷⁶⁾
- 허혈성 병변은 미체소관 관련 단백질 2 및 미토콘드리아 축삭 수송의 발현이 감소되어 ATP 이용 감소로 신경세포의 죽음을 초래할 수 있는데, 고주파 rTMS 처리된 쥐에서 병변 부분에서 미체소관 관련 단백질 2 발현과 ATP 함량이 증가하여 뉴런이 복구됨을 보여줌⁷⁷⁾
- 또한, rTMS로 처리된 쥐의 피질에서 c-Fos, 뇌 기반 신경영양 인자의 발현도 유의미하게 증가하여 뇌졸중 회복을 촉진시킴⁷⁸⁾
- 그러나 rTMS는 편마비 뇌졸중 환자의 상지운동을 개선하기 위해 널리 사용되지만, 아직 상지운동 훈련 단독으로 이루어지는 경우보다 효과적이라는 결론은 내지 못하고 있음

□ 한의학 재활과 의학, 공학과와의 학제간 결합

- 침과 전기의 융합인 전기침은 현재 한의학에서 뇌졸중 이후 편마비 치료에 가장 널리 사용되는 치료법으로, 여기에 융합가능한 최신기술로는 로봇공학, 초단파, 반도체 레이저, 초음파/고압 산소 등을 들 수 있음
- Zhang 등(2019)⁷⁹⁾은 침과 Lokohelp 로봇을 이용하여 급성 허혈성 뇌졸중 편마비 환자를 치료하여 환자의 신경학적 결함을 크게 개선시켜 환자의 보행능력, 균형기능, 운동, 일상

74) 손민균 외, 고빈도 반복 경두부 자기자극이 뇌졸중의 운동 기능에 미치는 영향, 대한재활의학회지: 제 34 권 제 2 호 2010.

75) O. Errea, B. Moreno, A. Gonzalez-Franquesa, P. M. Garcia-Roves, and P. Villoslada, "The disruption of mitochondrial axonal transport is an early event in neuroinflammation," Journal of Neuroinflammation, vol. 12, p. 152, 2015.

76) M. Fujiki, H. Kobayashi, T. Abe, and T. Kamida, "Repetitive transcranial magnetic stimulation for protection against delayed neuronal death induced by transient ischemia," Journal of Neurosurgery, vol. 99, no. 6, pp. 1063-1069, 2003.

77) O. Errea, B. Moreno, A. Gonzalez-Franquesa, P. M. Garcia-Roves, and P. Villoslada, "The disruption of mitochondrial axonal transport is an early event in neuroinflammation," Journal of Neuroinflammation, vol. 12, p. 152, 2015.

78) A. Tang, G. Thickbroom, and J. Rodger, "Repetitive transcranial magnetic stimulation of the brain," The Neuroscientist, vol. 23, no. 1, pp. 82-94, 2017.

79) M. Zhang, Clinical Observation of Acupuncture Combined with Lokohelp Robot Rehabilitation in Patients with Acute Ischemic Stroke hemiplegia, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei, China, 2019.

생활 활동을 향상시킴

- 그 외 다른 연구(2019)⁸⁰⁾에서는 뇌졸중 1기 어깨-손 편마비 환자에서 초단파 요법과 결합된 재활훈련이 유의한 결과를 보였으며, 반도체 레이저를 적용한 전기침술, 재활훈련이 좋은 임상효과를 얻고 있음
- 이러한 학제간 결합은 환자를 치료하고 회복을 돕는 것 외에도 빅데이터를 이용하여 뇌졸중 편마비 발병률과 예후를 예측하는데에도 사용되기 시작함
 - Chen and Song(2019)는 뇌졸중 재발위험을 평가하기 위해 빅데이터를 기반으로 뇌졸중 재발 예측모델을 구축하고 83% 예측 정확도를 보였고, 재발에 영향을 미치는 요인으로 연령, 고혈압, 중성지방, 관상동맥심장질환, 고혈압 가족력, 체지방지수, 총 콜레스테롤, 호모시스테인, 고밀도지단백을 도출함⁸¹⁾
 - Liang et al.(2020)⁸²⁾도 빅데이터를 활용하여 “인터넷 + 장애인 지역사회 재활”이라는 모델을 기반으로 뇌졸중 플랫폼을 구축하여 뇌졸중 환자의 재활의 표준화된 모델과, 재활에 대한 정보공유 플랫폼도 함께 제공함
 - 이외에도 뇌영상과 빅데이터가 결합한 연구들이 뇌졸중 환자회복 예측모델 개발을 위해 이루어지고 있음

[참고] Forbes, 디지털 헬스케어 트렌드 전망

■ 디지털 솔루션을 통해 만성질환과 복합질환 치료

- 디지털 헬스케어의 가능성과 필요성에 대해서는 대부분 인지하고 있으나, 장기적으로 유지되어야 하는 “디지털 건강관리의 지속가능성(digital health sustainability)”에 대한 고민 필요
- 즉, 디지털 솔루션이 가정이라는 새로운 환경에서 어떻게 접목될 수 있는지 고민이 필요하고, 대면 서비스 감소와 좀더 적극적인 질환관리 솔루션을 제공함으로써 사용자에게 혜택을 보여줘야 함

■ “one-stop-shop” 플랫폼을 통한 전인적 건강관리

- 대면 치료에서 가상/원격 치료로의 전환과 함께, 보건의료 에코시스템에서 서비스를 제공하는 공급업체가 상당히 배출됨
- 아직 서로다른 솔루션을 제공함으로써 소비자에게 혼란을 초래하고 있으나, Teladoc + Livingo⁸³⁾와 Omada + Physera⁸⁴⁾ 합병과 같이 원스톱 쇼핑 전인적 건강관리를 위한 포괄적인 접근 방식의 솔루션이 시장의 최종승자가 될 것으로 전망

※ Teladoc +Livingo : '20년, Teladoc Health(당뇨 중심 원격의료 기업)가 Liviongo(만성질환관리 디지털 헬스케어 기업) 합병

※ Omada + Physera : '20년 만성질환관리를 위한 디지털 솔루션을 제공하는 Omada Health가 가상물리치료를 전문으로 하는 Physera(스타트업)를 인수하여 가상물리치료 영역을 도입하여 기존 서비스의 영역을 확대시킴(미국의 근골격계 질환에서 물리치료사 공급 차질 문제와 의료비용 부담 문제가 크다는 점에 초점을 두고 이 영역을 새롭게 도입)

80) H. Li and D. Lai, “Ultrashort wave combined with exercise therapy treatment for hemiplegia patients with shoulder hand syndrome I period clinical curative effect,” Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, vol. 29, no. 17, pp. 144-145, 2019.

81) L. Chen and L. Song, “Construction of a prediction model for stroke recurrence based on big data,” Internet of Things Technologies, vol. 9, no. 6, pp. 50-54, 2019.

82) H. Liang, H. Cai, J. Wen, H. Hu, J. Wang, and L. Jin, “Stroke’s ICF big data platform based on new model of “Internet Plus Disabled Community Rehabilitation,” China Medical Engineering, vol. 28, no. 1, pp. 4-7, 2020.

■ 가상현실과 증강현실이 치료의 주류 차지

- 치료와 헬스케어 서비스에서 VR/AR 보급 가속화 전망
- 원격서비스에 대한 치료 효율성을 알게 되면서 환자를 병원에 입원시키지 않게 되면서 의료비용과 환자가 겪는 스트레스 경감 가능
- 특히, 의료비용 지출이 많은 정신건강(Oxford VR⁸⁵)과 만성통증(Karuna Labs⁸⁶) 영역에서 중요한 역할을 할 것으로 전망

※ 헬스케어의 VR 시장 전망 보고서(2020)⁸⁷에 따르면, 세계시장이 2019년 20억 달러에서 2027년 340억 달러로 15배 이상 성장할 것으로 예측

■ 휴대폰은 온콜케어팀(on-call care team)으로 전환

- 팬데믹 이후, 보건의료 분야에서 전반적으로 디지털 적용 촉진
- 특히, 환자관리에 있어서 번거로운 프로세스를 간소화하기 위해 적용되고 있으며, 뇌졸중 환자관리를 위한 Viz.ai가 대표적인 사례임

※ Viz.ai : 의료영상의 인공지능을 활용하여 뇌졸중 환자의 치료시간을 획기적으로 단축시킨 소프트웨어⁸⁸

- 임상에서의 중재가 모바일의 행동시스템으로 전환되어 치료를 도울 것이며, 이에 의료인력과 자원의 부담을 감소하고 환자도 개선 가능

■ 가정에서 가상 헬스케어 딜리버리(Care Delivery)가 기존 원격의료 개념을 넘어설 전망

- 팬데믹 이후 원격의료에 대한 관심이 집중되고, 환자들도 좀더 안전하게 각자의 가정에서 케어를 받고 싶은 요구 커짐
- 미국에서는 규제 개정을 통해 원격의료 채택이 가속화하는데 도움이 되었다는 평가이며, 가상방문(virtual visits)에 대한 시도가 이루어지고 있음
- 원격의료는 보건의료체계에 중요한 요소로 등장하고 있으나, 그것만으로는 해결책을 제공하지 못함

- 아직까지 많은 헬스케어 서비스에서는 대면 방문 및 진단이 필요하고, 서비스 제공자들은 환자들이 겪을 사회적 리스크에 대해 좀더 좋은 솔루션을 제공하길 원함
- 앞으로는 병원과 진료소에서 가상 또는 서비스 제공업체, 가정에서의 관리로 전환하기 위한 솔루션 채택이 가속화 전망

※ MedArrive⁸⁹ : 환자가 가장 안전하고 편한 곳에서 치료를 받을 수 있도록 서비스 제공

■ 처방 디지털 치료제(Prescription Digital Therapeutics, PDT)의 보급 확대

- 디지털 치료제는 알약형태의 1세대 치료제, 항체 치료제의 2세대 다음으로 주목받고 있는 분야로 전 세계적으로 빠르게 성장 중
- 최근, 디지털 치료제는 정신질환, 만성질환 등에서 대면진료를 일부 대체하여 감염 우려를 줄일 수 있어 코로나 19 상황에서 주목
- 이에, 정부는 “포스트 코로나를 대비할 유망기술”에 디지털 치료제를 포함시키는 등 디지털 치료제 개발과 활용 촉진을 위한 투자와 지원을 확대할 방침

※ 식약처도 정부의 2020년 8월 디지털 치료제 허가·심사 가이드라인 제시

- 디지털 치료제는 SW 특성상 기존의 치료제 대비 독성 및 부작용이 적고 일반의약품과 같은 제조, 운반, 보관을 요하지 않아 저렴한 비용으로 대량 공급이 용이하여 의료비용을 낮출 수 있다는 장점이 있음
- ‘20년 FDA는 병을 진단·관리·치료하기 위해 증거기반 중재방법을 제공하는 소프트웨어 프로그램인 PDT(처방 디지털 치료)의 코호트를 처음으로 승인
- 승인된 치료방법은 Pear Therapeutics, Akili, Mahana Therapeutics 등에서 제공되며, 주로 약물남용, ADHD, IBS(변비 및 소화불량)을 대상으로 함

■ 시니어 케어 서비스의 재창출

- 팬데믹의 영향으로 노인요양시설, 데이케어서비스 등 노인 돌봄시스템에 대한 재설계 전망

제5절 국내 한의학 R&D 현황 및 역량 분석

1. 국내 기술수준

□ 한의약 효능·기전 규명기술은 기술선도국 추격 단계이나 첨단기술과의 융합을 통한 발전가능성 보유

○ 우리나라는 최고기술 선도국(중국) 대비 81.0% 기술수준, 3년간의 기술격차가 있으며, 이는 주요 국가 중 낮은 것으로 확인됨(KISTEP, '20)⁹⁰⁾

※ 중국(100%), 미국(90%, 0.5년), 일본(84%, 3년), 한국(80%, 3년), EU(77%, 3년) 순

– 우리나라는 '18년 대비 0.5년 기술격차를 축소시켰으나, EU를 제외한 모든 국가에서도 유사한 정도로 기술격차를 줄여 상대수준은 큰 차이 없음

○ 그러나 최근 관련 연구자의 증가와 빅데이터, 오믹스 등 첨단기술을 접목하려는 시도와 해외 임상사례 증가 등으로 발전 가능성 전망

□ 기초연구 역량은 저조하고 응용개발 역량도 미흡한 것으로 평가

○ 우리나라는 기초연구 역량 보통(3.30)으로 가장 낮게 평가된 것에 비해, 중국 우수(4.10), 미국 우수(4.00), 일본 우수(3.50), EU 보통(3.40)으로 평가됨

○ 5개 주요국 중 우리나라는 논문 점유율 4위, 논문영향력 5위, 중요논문 비율 4위로 모든 기초연구 관련 분석지표에서도 하위 차지

83)

<https://www.teladochealth.com/newsroom/press/release/teladoc-health-completes-merger-with-livongo/>

84)

<https://www.cnbc.com/2020/05/19/omada-health-raises-57-million-acquires-physera-for-30-million.html>

85) oxfordvr, <https://ovrhealth.com/>

86) KARUNA, <https://karunalabs.com/>

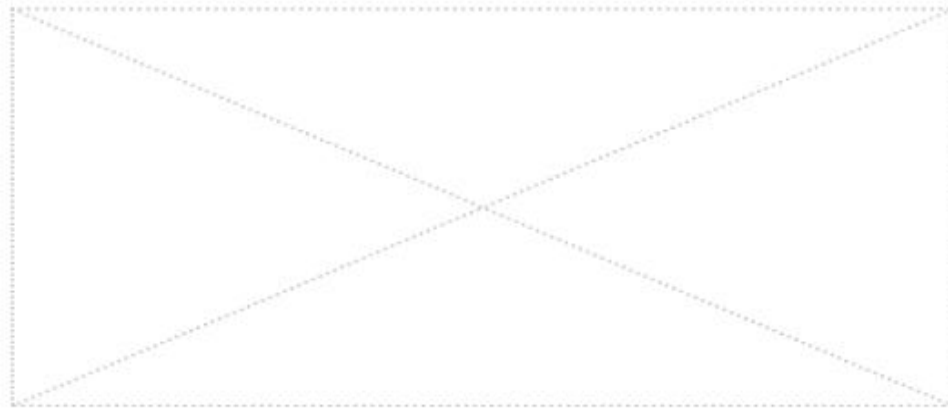
87) Verified Market Research, Virtual Reality In Healthcare Market Size And Forecast, 2021

88) Viz.ai, <https://www.viz.ai/>

89) MedArrive, <https://medarrive.com/>

90) KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2020

<표 3-13> 주요국 기술수준 및 연구단계 역량 평가결과



자료 : KISTEP, 2020년 기술수준평가 : 생명/보건의료, 2020

□ 연구주체 다양성이 주요국에 상당히 뒤처져 있으나 최근 비한의대 전공자 참여, 다학제 전문인력 증가 추세

- 기존의 효능평가에서 예측과 분석이 중요해지고 있으며, 연구의 패러다임이 첨단 융복합, 컴퓨터 활용 및 플랫폼 기술을 요구하고 있으나, 한의학 분야의 「연구주체 다양도」 조사(KISTEP, '20)에 따르면, '08년-'13년 조사결과와 '14-'19년 조사결과 모두 5개국 중 5위 랭크

- 과거 구간과 최근 구간에서 모두 0.61로 다양도에 변화가 없으며, 이 수준은 평균 0.91에 비해 상당히 저조한 수준임

※ 연구주체도 다양도 : 한국 0.61, 중국 0.89, 일본 0.78, EU 0.87, 미국 0.90 = 평균 0.91

- 그러나 최근 비 한의대 전공자들의 한의학 R&D 참여가 증가하고 있으며, 한의학 전공자들도 학부 졸업후 약대 또는 생명과학 분야 석박사 과정을 거치는 비율도 높아지고 있음(KISTEP, '20)

- 다학제 인재양성은 「국내 기술수준 향상을 위한 제언」에 대한 전문가 조사(KISTEP, '20)에서도 정책순위 2위로 꼽힐 정도로 중요한 사항으로, 한의학 발전을 위해 다학제 인재양성에 대한 전략적 지원 필요

2. 정부투자 동향

□ 정부투자는 지속적으로 증가하고 있으나, 해외 주요국에 비해 절대 투자규모 미흡

- 한의학 분야의 R&D에 투자된 정부연구비는 '14년 960.4억원에서 '19년 1,106.4억원으로 매년 2.9%씩 꾸준히 증가

- 과기부('19, 728억 원), 복지부('19, 156억 원) 順이며, 과기부는 한의학(연)과 기초·원천연

구 중심, 복지부는 임상연구 등을 지원

<표 3-14> 국내 한의학 R&D 투자 추이

(단위 : 억원)

부 처	사업명	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
과학기술 정보통신부	한국한의학연구원	347	399	419	488	486	506	485
	이공분야 기초연구 지원/기타	58	57	67	58	71	150	142
	바이오·의료기술개발사업	37	72	76	75	87	79	57
	선도연구센터 지원	42	39	41	43	32	41	44
	합계	484	550	603	2,637	2,661	2,753	2,703
보건복지부	한의학선도기술개발사업	91	86	107	132	163	172	100
	양·한방융합기반 기술개발사업	—	36	75	75	61	45	18
	한의학기반융합기술개발사업	—	—	—	—	—	20	36
	기타	23	12	30	36	15	11	2
	합계	114	672	212	243	2,885	2,970	156
기타*		231	296	289	239	218	220	226
합계		829	980	1104	1146	1133	1244	1110

* 식품의약품안전처, 산자부, 농진청, 중기청, 특허청, 산림청

○ 국내 한의학 R&D 투자는 '19년 기준 1,106.4억원으로, 중국 중의약 예산의 24.9%, 미국 보완대체의학연구의 18.8%에 해당하는 수준

— 50년대 이래 중의약발전 정책을 점진적으로 추진해 온 중국은 2019년 예산을 2009년 대비 3.3배로 중의약 연구에 대한 투자 계속 확대

<표 3-15> 주요국의 전통의학 R&D 투자규모 비교

(단위 : 억원, 백만위안, 백만달러)

연도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
한국	960.4	1,103.9	1,145.7	1,132.9	1,243.5	1,106.4
중국	1,315.2	1,520.2	1,541.2	1,740.7	2,225.5	2,618.0
미국	367.2	381.2	392.7	404.3	461.0	531.3

자료 : 2019 한국한의학연합

3. 한의학 R&D 성과 및 한계

□ 한의학 산업화 기술 및 표준진료지침 등의 임상연구성과와 현대과학적 해석을 위한 연구 시도 증가

○ 한의학의 진단원리를 응용한 진단기기를 개발하였고, 한약 및 한의처방에 기반한 천연물의 약품을 개발함

※ (진단기기) 설진기, 맥진기, 안면진단기 등

※ (의약품) 신바로(자생한방병원의 한약처방), 스티렌, 시네츄라, 레일라, 조인스 등

○ 한의학 관련 시장확대를 위해 한의건강기능식품·화장품 등의 기초소재 확보 및 기술이전·사업화 성과 창출

○ 최근, 한의학 이론 및 기술의 특성을 현대과학적으로 해석하기 위한 연구를 점차 시도하고 있으며, 기전 규명에서 일부 성과 창출

－ 뇌영상 기법 등과 같은 첨단기술을 활용하여 한의이론 및 진료법에 대한 과학적 근거 창출

※ 경혈자극의 척수 체성감각 경로를 통한 뇌 전달기전 확인('19), 경혈자극의 뇌 내 스트레스 호르몬 분비 조절 기전 확인('19), 갱년기 우울증 침치료 작용기전 규명('18)

－ 맥진기, 설진기 등 개발을 통해 맥, 설과 같은 생체지표 측정에 노력

※ 맥상과 기반 통증 정량화 기술 규명('19), 미세전류 기반 당뇨병 변별 가능성 제시('18)

－ 한의기술(침, 뜸 등)의 치료효과와 안전성을 임상적으로 규명하였고, 한약처방에 대한 표준화에 노력

※ 당뇨병성 신경병증 전자침 치료효과 확인('18), 침·뜸의 진통효과 규명('16) 등

□ 한의학 이론 및 기술의 특성을 현대과학적으로 해석하는 기초연구는 아직 걸음마 단계, 이를 위한 새로운 연구방법론도 부족

○ 단일 성분분석 중심의 생명과학 연구방법론(세포·동물시험, 임상시험)을 그대로 적용하여 침·약재의 유효성 검증에 치중

○ 한의학적 생체지표를 현대의학의 체계로 해석하고, 다중 소재·성분을 포함하는 한약의 유효성분·작용기전을 밝힐 수 있는 새로운 방법론 개발연구도 부족

□ 객관적인 진단기준을 위한 생체지표 표준화 미흡으로 진료 표준화에 한계

○ 생체지표를 발굴하는 연구가 많지 않아 정량·객관적으로 평가할 수 있는 진단기준이 부재한 수준으로 진료 표준화에 한계가 있음

○ 한편, 한의학연은 '20년 말, 기관에서 개발한 '한의 임상지표 측정 표준작업 절차'의 데이터 포맷을 한의의료 기관 중 원광대 광주한방병원에 최초 적용할 것을 밝힘

－ '19년, 대한한의학회 및 산하 12개 회원학회의 전문가 15인으로 구성된 자문위원단과의 논의를 거쳐 한의임상 의무기록을 위한 16범주 60개 항목 핵심지표 도출

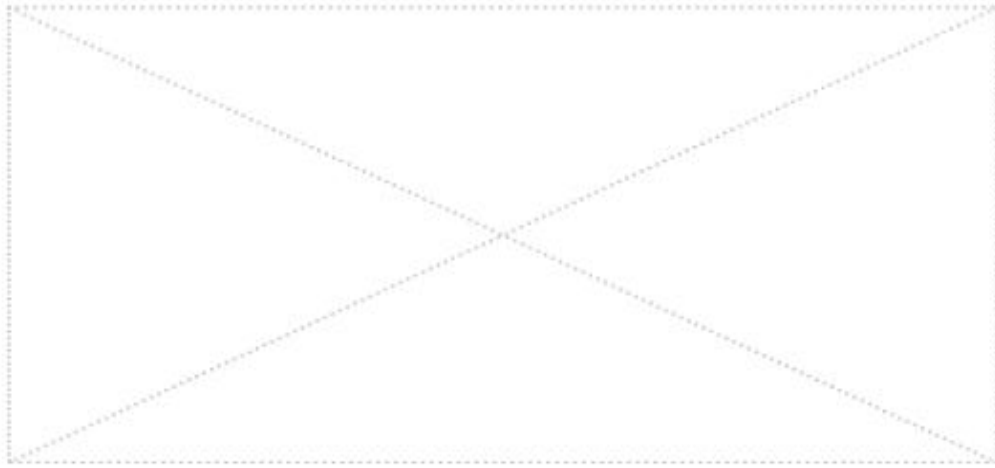
－ 여기에는 전신, 안면, 구갈·구건·음수, 구취, 소화, 대변, 소변, 수면, 땀, 한열, 정서, 여성력, 한의진단, 혈압·소변검사, 건강습관 등이 포함돼 있으며, 임상현장에서 해당 지표를 측정하기 위한 설문도구와 정량적 측정도구를 선정·표준화해 표준작업 지침서인 '한의임상 핵심지표 측정 표준작업절차 제1판' 발간

－ 원광대 광주한방병원은 표준화된 측정도구가 실제로 활용될 수 있도록 표준작업 지침서에 맞춰 EMR을 순차적으로 변경해 나갈 예정

○ 이는 이하에서 언급할 'AI 한의사' 개발에 필요한 표준화/정량화된 임상데이터 수집을 위

해 한방병원간 임상데이터가 상호 호환되는 EMR의 표준화를 위한 것임

□ 정량화 데이터 수집·활용이 가능한 빅데이터 플랫폼 구축이 본격화되었으나, 아직 데이터 부족 상황



자료 : 한의신문('20), “AI한의사 도입이 한의진료의 품질 높인다는 것은 명백한 사실”

[그림 3-17] 한의학연의 AI 한의사 로드맵 개요

- '18년부터 한의학연에서 진료에 도움이 되는 문헌정보를 연결해 주는 것을 시작으로 치료법 추천까지 개발 계획을 담은 '인공지능(AI) 한의사' 개발 로드맵을 수립하여 개발 착수
 - 동 계획에는 다음과 같이 빅데이터 수집과 활용을 위한 플랫폼 구축이 포함되어 환자 빅데이터를 계속 축적하고 여기에 자체 개발하는 알고리즘을 더해 서비스 수준을 높여갈 예정임
- 현재 임상데이터 수집 기반 마련을 위해 데이터 정량화 표준 프로토콜과 포맷을 통일하고, 한의학 생체지표를 현대시각으로 재분석하는 연구에 노력 중
- 이외에, 전통지식·의학 DB 구축 및 활용기술 개발('15), 전통의학 정보포털 구축('15) 등 계속해서 빅데이터 구축에 노력하고 있으나, 연구 인프라 구축의 역사가 길지 않아 축적된 근거 및 데이터가 아직 부족한 실정

제6절 해외주요기관 활동현황

1. 미국

□ 미국 국립보완통합의학연구소(National Center for Complementary and Integrative Health, NCCIH)

○ 설립근거 및 연혁

- '93년 NHI 활성화 법안에 따라 대체의학치료의 평가와 정확한 정보제공을 목적으로 미국 국립보완통합의학연구소에 대체의학국(Office of Alternative Medicine)을 정식으로 설립
- '98년 의회의 승인을 얻어 미국 국립대체보완의학센터(NCCAM)로 확대·개편
- '14년 12월, 오바마 대통령이 서명한 '15년도 통합 및 추후 지속세출 법안을 통해 NCCAM의 명칭을 미국 국립보완통합의학연구소(NCCIH)로 변경

○ 인력현황

- 68명(전임근무자)으로 구성

○ 조직현황

- 크게 4개부서로 구성되어 있으며 각 부서에서 임상 및 규제, 정책, 연구개발, 홍보, 관리운영 등을 세부적으로 담당

<표 3-16> 미국 국립보완 및 통합건강센터 조직 및 세부사업

구분	부서	세부사업
소장실	임상 및 규제실	NCCIH의 임상계획을 계획, 협조, 모니터링하고 연구자들을 지원하고 연구가 안전하게 진행될 수 있도록 함
	정책, 계획, 평가실	NCCIH의 과학적 이니셔티브와 프로그램, 의회에서의 증언을 감독하고, 정보자유법을 준수하도록 함
	의사소통 홍보실	보완 및 대체의학에 대한 정보 보급 관련 업무, 센터의 웹사이트 관리, 대언론 업무, 교육 및 홍보활동 수행
	관리운영사무실	재무관리, 운영, 혁신적인 비즈니스 및 관리시스템의 설계 및 구현
외부활동부서	과학적 검토실	접수, 추천 및 보조금, 협력 계약, 연구 계약의 과학적인 검토 조정
	보조금 관리실	보조금을 관리하고 협력 계약 및 계약상 처리 감독
외부연구부서	기초 및 기술연구	천연물, 프리바이오틱스, 명상 등을 포함한 NCCIH이 후원 연구의 개발 및 감독
	임상연구	NCCIH가 후원하는 천연제품 및 대체의학 임상연구 감독
내부연구부서	임상조사실험부	감정신경과학 및 통증, 감각실험 및 영상분야 담당
	통증 및 통합신경과학부	설치류 행동과 영상, 행동과 신경서킷 및 세포 가소성, 체성 감각세포 및 회로 등을 담당

○ 예산현황

- 예산규모는 지속적으로 증가하여 '02년에 1억 5백만 달러에서 '19년도 예산안은 1억 4천6

백만 달러에 이릅니다

○ 주요 임무 및 기능

- 엄격한 과학적 연구 및 조사를 통해 대체보완의학의 유용성과 안전성 및 건강관리 개선에서의 역할을 정의
 - 과학적 연구의 진흥 : 미국과 전 세계 연구기관의 연구프로젝트를 재정적으로 지원
 - CAM연구자들의 교육 : 신진연구자들에 대한 교육 지원 및 중견연구자들의CAM 연구 지원
 - CAM연구에 대한 시의적절하고 정확한 정보 제공 및 공유
 - 검증된 CAM 치료법의 도입에 대한 지원 : 일반인과 의료전문가들이 CAM 치료의 안전성과 효과적인 치료로 검증되었는지 이해할 수 있도록 지원

○ 주요 사업내용

※ <표 3-4> NCCIH 연구전략(2021-2025)의 5대 목표 및 전략 참고

□ 미국 하버드의대 마르티노스센터(Martinos Center for Biomedical Imaging)

○ 설립근거 및 연혁

- 세계 최고 수준의 뇌영상/의료영상 분야 연구기관으로 2000년에 설립

○ 주요 임무 및 기능

- Multimodal Functional Neuroimaging(다중모달 기능적 신경영상)에 대한 연구
- 정신의학적, 신경학적 신경혈관계 질환에 대한 연구
- 기초 및 인지신경과학에 대한 연구
- 심혈관계 질환에 대한 연구
- 암 질환 및 기타에 대한 연구

○ 주요 사업내용

- '12년 한국한의학연구원과 과학기술 상호 교류 협력체계 구축을 위한 양해각서(MOU) 체결
 - 상호연구 인력교류
 - 공동연구 활동
 - 과학기술 정보 교류
 - 공동 심포지엄·세미나 개최

□ 미국 애리조나대학 통합의학센터(Arizona Center for Integrative Medicine, Univ. of Arizona)

College of Medicine)

○ 설립근거 및 연혁

- 최고의 전문가를 교육하여 적소에 배치시키고, 보건의료의 개혁에 기여하기 위해 1994년 설립

○ 주요 임무 및 기능

- 의료전문가 대상 통합의학 치료법 교육프로그램 제공
- 서양의학에서 보완대체의학에 걸쳐 다양한 치료법을 적용하여 통합의료서비스 제공
- 서양의학 및 보완대체의학 통합에 관한 과학적 연구

○ 주요 사업내용

- 'The Fellowship in Integrative Medicine' 운영
- '12년 아리조나주 피닉스시에 Arizona Integrative Health Center에 'Primary Care Clinic' 개소
- 다학제 중개연구프로그램 진행

□ 미국 메릴랜드의대 통합의학센터(Center for Integrative Medicine, University of Maryland School of Medicine)

○ 설립근거 및 연혁

- 통합의학 관련 연구, 환자치료, 교육, 훈련에 관한 국제적 선도기관으로, 대체의학의 과학적 근거 평가, 통합의학에 대해 전문가 및 대중에게 교육하고 임상현장에서 근거중심의 대체 의학 치료법을 접목시키기 위해 1991년 설립

○ 주요 임무 및 기능

- 보완대체의학 의료인들의 의료서비스 제공
- 임상, 전임상, 안전성, 효능, 비용효능 등에 대한 연구
- 주류의학체계와의 통합을 위한 접근법 평가
- 보완 및 통합의학 교육 실시
- 보완의학 분야에 대한 정보화 작업
- 문헌 조사 및 체계적 문헌 고찰 연구
- 대체의학분야 국제코크란협력 연구

○ 주요 사업내용

- 'Center for Healing' 운영
- NIH의 보완의학전문연구센터 지정

- '06년 한국한의학연구원과 교류·협정에 관한 협정서 체결
- '16년 장흥군과 우호교류협정 체결

□ 미국 하버드의대 Osher 통합의학센터(Osher Center for Integrative Medicine)

○ 설립근거 및 연혁

- 통합의학의 중개연구, 임상, 교육을 통한 삶의 질, 건강, 회복력 향상을 위해 2001년 설립

○ 주요 임무 및 기능

- HMS 연계 수련 병원(Teaching Hospital)의 역할
- 다학제 연구 및 기관 간 협동 연구 수행
 - 보완/통합의학 치료의 평가에 대한 연구
 - 의료계 및 일반 대중의 보완/통합의학 지식 향상을 위한 다양한 교육프로그램 제공
 - 보완/통합의료의 지속가능한 모델 디자인 연구
 - 심신 및 기타 보완의학치료법과 주류의학과와의 통합에 대한 연구

○ 주요 사업내용

- 다음과 같은 7개의 센터와 통합의료의 임상, 교육, 연구에 대해 교류·협력
 - University of California, San Francisco(1998)
 - Harvard University(2001)
 - Karolinska Institutet(2005)
 - Northwestern University(2014)
 - Vanderbilt University(2014)
 - University of Miami(2017)
 - University of Washington(2018)

2. 중국

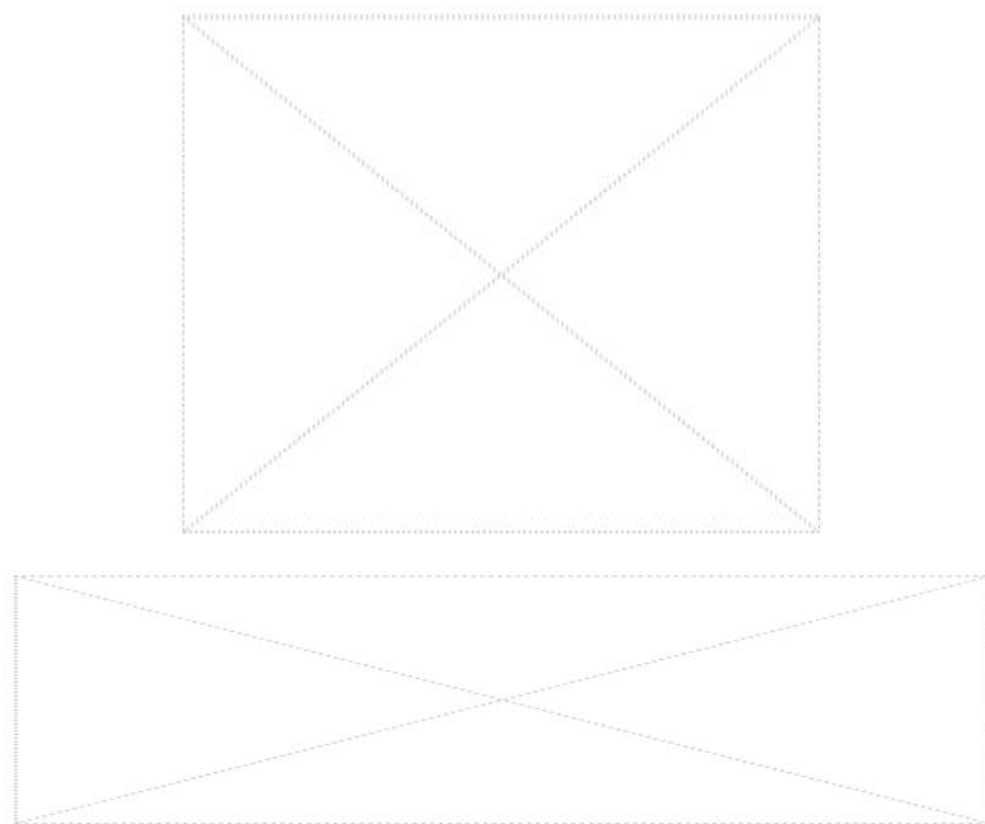
□ 중국중의과학원(China Academy of Chinese Medical Sciences, CACMS)

○ 설립근거 및 연혁

- 1955년 중국 최초의 정부 중의학 연구기관인 중의연구원으로 설립되었고 위생부 산하 국가중의약관리국 소속으로 2006년 중국중의과학원으로 승격

○ 조직현황

- 중앙행정조직: 원장실, 과학연구관리처, 학술관리처, 국제합작처, 중의약발전연구 센터 등 24개로 구성
- 산하연구기관: 산하에 14개 연구소(14개 연구소 중 7개는 중국중의과학원본부에 기타 7개는 의료기관병원에 위치)
- 산하병원: 6개의 의료시설로 구성
- 이외에 3개의 교육기관, 5개의 학술출판기관, 3개의 산업기관, 4개의 산하단체, 2개의 분원으로 구성



[그림 3-18] 중국중의과학원 조직도

○ 인력현황

- 총 5,600명의 인력으로 구성되어 있으며 중국 국내외의 다양한 연구기관과의 교류 및 협력, 석·박사 인재 양성을 진행하고 있으며, 2011년 기준 석사 1,751명, 박사 649명, 유학생 200여명을 배출

○ 예산현황

- 국가중의약관리국의 총 수입예산총액은 한화 약 1조 4,520억 원에 달하며 2011-2015년 중국중의과학원이 수행한 연구 5,080개 중 국가자연과학기금지원을 받은 403항의 연구비 총액이 한화 약 2,115억 6,285만원으로 추정

※ 병원 연구프로젝트 1,579개 중 국가중대과학기술기금지원을 받은 103항의 연구비 총액이 한화 약 1,699억 3,000만원이며, 2014년 의료수입은 한화 약 6,934억 317만원

○ 주요 임무 및 기능

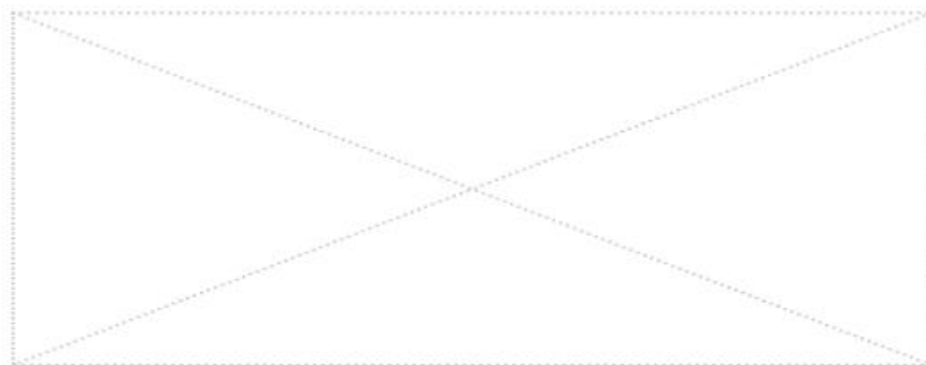
- 중의약 기초이론 연구와 질병의 예방과 치료 및 중약신약 개발 연구
- 중의의료의 우세와 특색을 발휘해 환자에게 좋은 서비스를 제공
- 중의약 기술혁신 및 질병의 예방 및 치료효과 제고
- 중의약 이론의 정립과 발전, 기황(岐黃), 중경(仲景), 시진(時珍) 공정 등 3대 공정 추진
- 전통적인 방법과 현대적 방법을 이용한 중의약 기초이론과 임상연구 전개
- 중의약 이론과 현대과학기술을 이용한 다발성 질병에 대한 연구 강화

○ 주요 사업내용

- 중의기초연구, 증후기초연구, 중의약 의사 문헌 및 정보 연구, 경락 연구, 침구작용기전 및 침구표준 연구, 중약약리학 연구, 중약생약학 연구, 중약포제 연구, 중약제제 연구, 중의약 치료 심혈관·종양·당뇨병·혈액병·골상·안과질환·대장항문·노인병·에이즈 등 연구, 중의약 임상효능 평가 연구 등을 진행

- '11-'15년, 중국중의과학원은 논문 12,256편(SCI급 논문 490편)을 발표

<표 3-17> 중국중의과학원 논문 성과



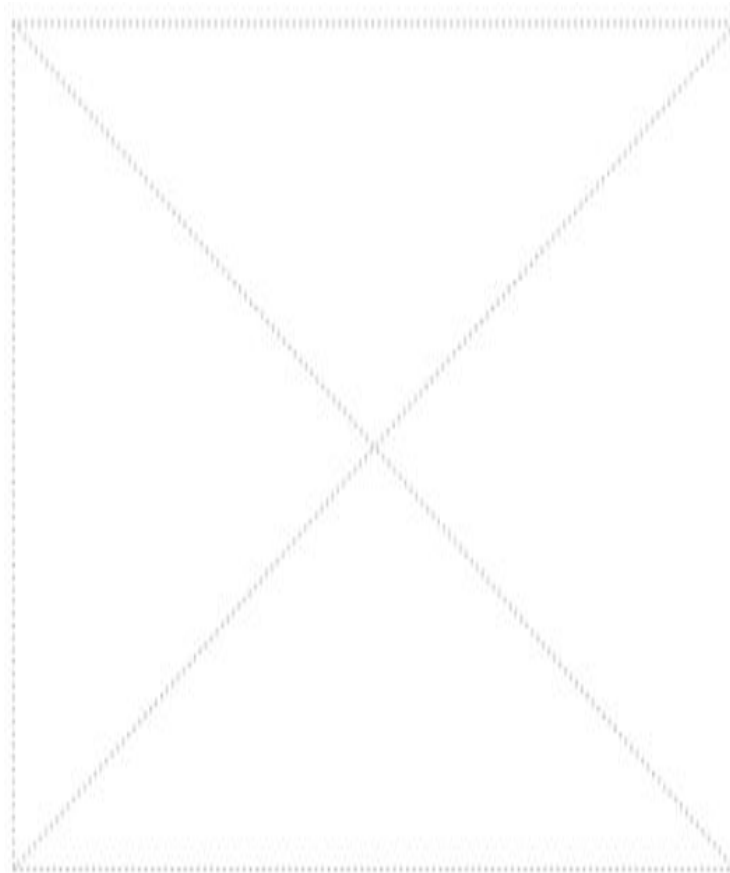
□ 중국중의과학원 중약연구소(Institute of Chinese Material Medica, CACMS)

○ 설립근거 및 연혁

- 중약감별, 자원개발, 포제(炮制), 제제(製劑), 화학, 품질기준, 약리, 독성, 문헌연구 등을 중점으로 하기 위한 중국의 국가급 중약연구 전문기관으로 1955년에 설립

○ 조직현황

- 행정관리 : 과학기술서비스센터, 과학기술개발처, 소장사무실, 당위원회 사무실(노조), 인사처, 과학기술교육처, 재무처 등 10개의 부처로 구성
- 연구부서 : 중약이론 및 본초문헌연구, 생약연구, 중약질량표준연구 등 17개 연구실로 세분화
- 기타 : 중국중약잡지, 가정중의약, 중국실험처방학잡지라는 3개의 중국의학관련 잡지사, 중국중서의결합학회 중약전문위원회, 중화중의약학회 중약감별분과학회 등 9개의 학회로 구성



[그림 3-19] 중국중의과학원 중약연구소 연구기관 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 중약·귀경(歸經) 및 인경(引經) 이론 기초 및 응용연구, 중약약성 내·외적 특징, 중약 배합 금기의 기초이론, 약성이론에 기초한 중약 난치병 예방치료 기존 및 용약법칙 연구
- 중약학사, 중의약 문화, 중의약 과학 연구 및 보급, 중약문헌의 문헌학연구 및 중약품종의 본초 고증
- 중약재 산지 특성 및 품질평가체계, 중약감별방법, 중약자원 조사, 중약재 유전공학에 대한 연구
- 중약독성질환의 예방치료 기초연구 및 응용개발연구, 중약 혈관성 질환 예방치료의 기초연구 및 활혈화어(活血化瘀) 중약기전 연구, 중약 중증질환·난치병 예방치료 약효 및 작용기전 연구
- 중약 및 복합처방 흡수, 분포, 대사, 배설 과정 연구, 중약처방배합기전연구, 중약과 복합처방 체내과정 분석기술, 연구방법 및 평가체계 연구

○ 주요 사업내용

- 현재, 339개의 연구 프로젝트를 진행 중이며, 설립 이래로, 33개의 새로운 의약품을 개발했으며, 5,431개의 논문 및 230개의 서적을 발간

□ 중국중의과학원 침구연구소(Institute of Acupuncture and Moxibustion, CACMS)

○ 설립근거 및 연혁

- 침구의 과학연구, 교육, 의료 등 침구 분야를 종합적으로 담당하는 중국 최대의 침구과학연구기관으로 1951년 국가 위생부 직속의 '침구요법실험소'로 설립

○ 인력현황

- 총 160명의 과학 연구, 의료, 교육 및 관리 인력 보유

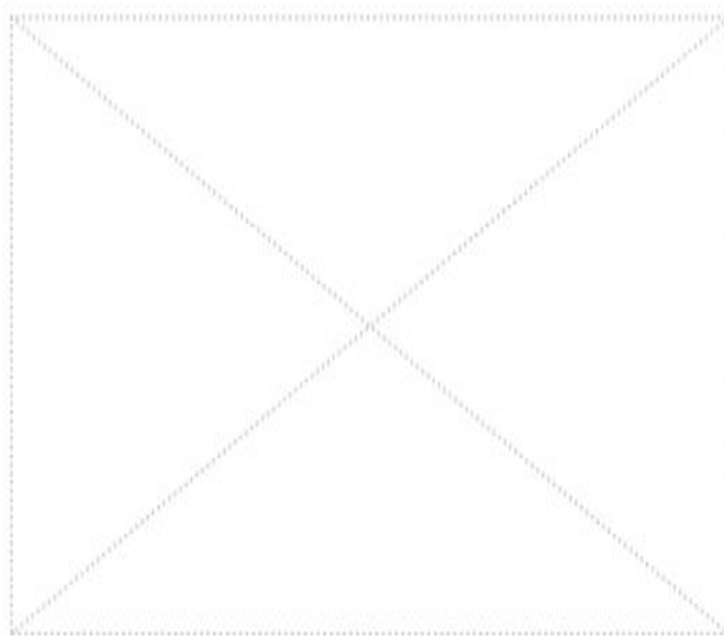
○ 조직현황

- 행정관리 : 소장사무실, 당위원회 사무실(노조), 인사처, 과학교육처, 재무처, 감찰실, 자산 설비관리부로 구성
- 연구부서 : 기초연구부, 임상연구부가 각각 9개, 13개의 연구실로 세분화
- 기타 : 국제부 및 국내부로 구성된 교육기관 운영, 중국침구잡지, 세계침구잡지 등 잡지 발간

○ 주요 임무 및 기능

- 생물 측정학적 방법을 통해 침구작용원리 및 경락현상 형성 기전, 중의경락시스템의 거시적 연결법칙 연구
- 생물활성 측정 연구장비를 통한 침구의 신경 화학적, 생물화학적 원리 연구

- 침구 기초 연구 및 침구 기초 이론, 침구 발전전략 연구
- 침자극 진통기전, 순경감전 생성물질 기초, 침구원리 및 경혈-장부관련 기전 연구
- 현대 생물학을 통한 경맥-장부 연결 루트 및 기전, 경맥-장부 상관 기전 및 침자극 조절 기전 연구
- 경락이론 및 경락실체, 순경감전 기전, 경락과 혈액순환의 관계, 경락시스템 및 에너지대사의 법칙 연구
- 침구 표준화 및 임상평가



[그림 3-20] 중국중의과학원 침구연구소 연구기관 조직도

○ 주요 사업내용

- '83년 WHO 전통의학협력센터로 지정되었으며, 세계침구학회연합회(WFAS)와 협력을 통해 'World Journal of Acupuncture and Moxibustion(세계침구잡지)' 발간
- 침구임상치료효과 검증제고를 위한 침구 표준화 연구 추진 및 중국의 침구분야 우수 인재를 양성하고 세계에 보급시키기 위해 외국인 대상의 침구교육프로그램 운영

□ 중국중의과학원 신식연구소(Institute of Information on TCM, CACMS)

○ 설립근거 및 연혁

- 중국중의과학원 주요 14개 연구소 중 하나로, 1981년에 설립된 중국 유일의 국가급 중의학 정보연구소

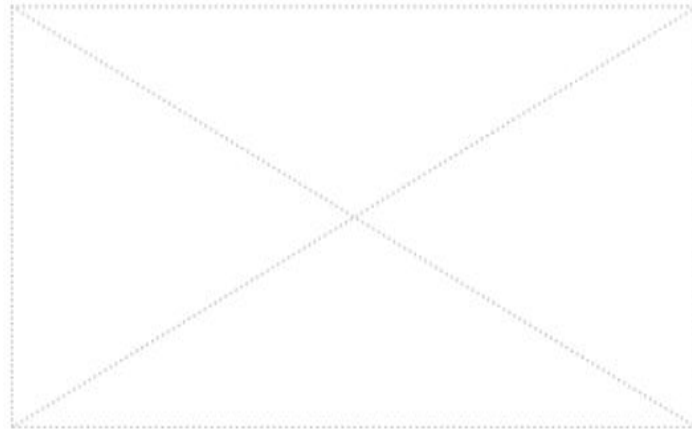
○ 인력현황

- 총 160명의 과학 연구, 의료, 교육 및 관리 인력 보유

○ 조직현황

- 행정관리 : 소장사무실, 당위원회 사무실(노조), 인사처, 과학교육처로 구성

- 연구부서 : 과학데이터연구실, 정보연구실, 정보기술연구실, 문헌자원연구실, 고적자원연구실, 멀티미디어자원연구실, 편집출판센터로 구성



[그림 3-21] 중국중의과학원 신식연구소 연구기관 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 도서 및 유물 수집·보관

- DB 및 정보서비스 네트워크 구축

- 과학기술적 문서제공

- 정보표준화 및 정보분석·연구, 정보전문가 교육훈련 진행

○ 주요 사업내용

- 40여개 이상의 분류체계 및 백십만여개 이상의 데이터를 보유한 중의약데이터베이스시스템 구축

- 대규모(약 32만 권)의 중의약 도서 보유

- 서적뿐만 아니라 비디오, 사진, 슬라이드, 멀티미디어 소프트웨어, 시청각자료 등 각종 미디어 자료 소장 및 복원

□ 중국약용식물연구소(Institute of Medicinal Plant Development)

○ 설립근거 및 연혁

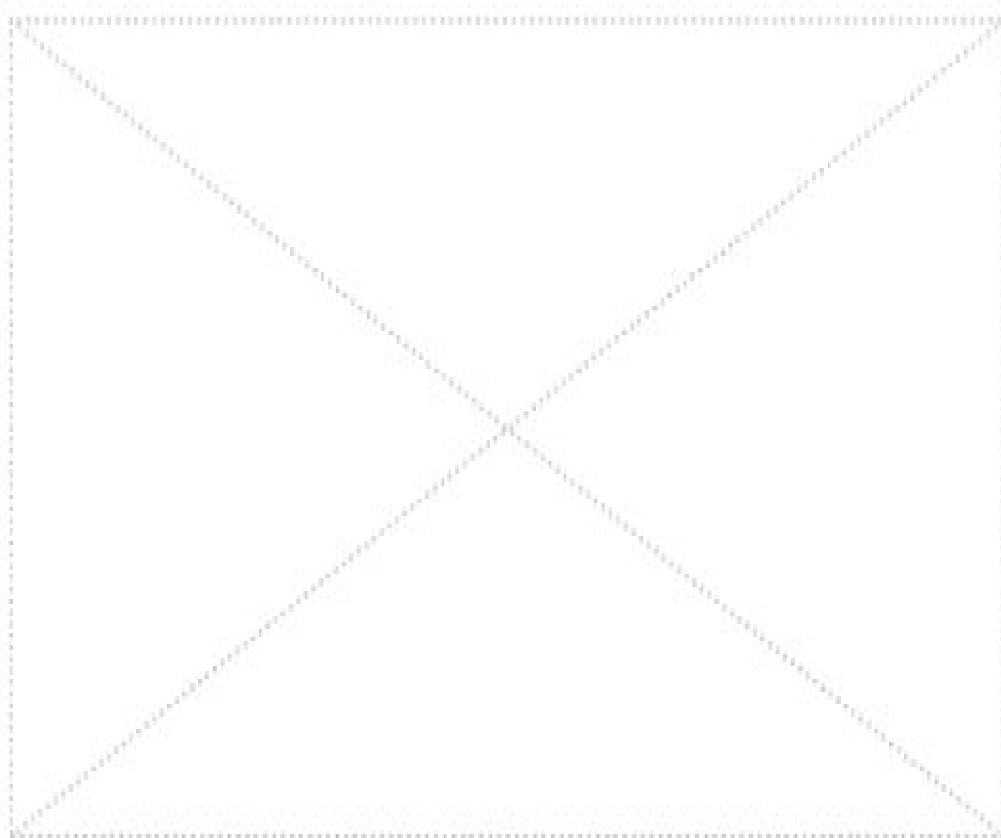
- 세계 5대 약용식물연구분야 기관 중 하나로 1983년에 설립된 중국 약용식물 연구 선도기관

○ 인력현황

- 총 667명의 인력 보유

○ 조직현황

- 행정관리 : 소장사무실, 당위원회 사무실(노조), 인사처, 과학교육처, 재무처 등으로 구성
- 연구부서 : 약용식물재배연구센터, 자원연구 및 보존센터, 약용식물인증연구센터, 천연약물화학연구센터, 제제연구센터, 분석연구센터, 약리독리연구센터, 생물기술연구센터 등 13개 센터로 구성
- 경영 및 서비스 센터 : 사무실, 재무부, 경영개발부, 서비스인증부
- 산하기관 : 원난센터, 하이난센터, 광시센터, 신장센터
- 기타 : 관련 기업 4개, National Medicinal Plant Seed Bank 설립



[그림 3-22] 중국약용식물연구소 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 약용자원의 보호, 개발, 활용에 대한 연구
- 중약식물자원의 세포질 보존, 희귀 및 멸종위기종의 보호
- GAP(농산물우수관리시설) 관련 정책 개발 및 실행
- 중약 참조 표준 연구 및 약용자원의 조사

○ 주요 사업내용

- 'AIDS, 바이러스 감염 및 기타 주요 전염병 예방 및 치료' 등 863개의 국가 R&D 프로그램 및 973개의 연구 프로젝트 수행
- 중국약재 자원에 대한 전체 조사 등 약용식물의 지속가능한 활용 및 전통의약품 개발활성화를 위한 자원의 보존·분배에 관한 연구, 중국 약제를 기준으로 한 대조상품의 연구 등 수행
- '83년 WHO 전통의학협력센터로 지정되었으며, 미국, 프랑스, 일본, 페루 등 50여 개 국가와 MOU 체결

□ 난징중의약대학(Institute of Medicinal Plant Development)

○ 설립근거 및 연혁

- 1954년 설립된 오래된 중의약학교 중 하나로 중국정부 지정 외국 유학생 담당 중의학 교육기관

○ 조직현황

- 대학 사무실, 입학처, 학생 관리 사무실, 교육 관련 사무실, 침술학 연구실, 중의학 외국어 응용 연구실, 중국어 트레이닝 센터로 구성

○ 주요 임무 및 기능

- 기초의과대학, 제1,2실습 의학원, 국제교육대학, 중의약 연구원, 부속병원, 제약공장, 교학병원, 졸업실습기지 운영
- 전통 중의학 관련 학과 외국인 유학생의 모집 및 육성

○ 주요 사업내용

- 미국, 영국, 노르웨이, 독일, 싱가포르, 뉴질랜드, 한국 등의 의과대학과도 국제적 협력 및 학술 교류

□ 홍콩 보건부 중의약과(Chinese Medicine Regulatory Office, Department of Health)

○ 설립근거 및 연혁

- 홍콩 중약관리법에 따라 '99년 설립

○ 조직현황

- 중의약 Assistant Director 아래 위험분석 및 관리(Risk Analysis and Management Division), 중약 업무 관리(Chinese Medicines Management Division), 중의약관리위원회 비서실(Chinese Medicine Council Secretariat), 중약정보 및 연구(Chinese Medicines Information and Research Division), 중의중약개발위원회 비서실(Chinese Medicine Development Committee Secretariat), 정부중약검사센터(Government Chinese Medicines Testing Institute)로 구성



[그림 3-23] 홍콩 보건부 중의약과 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 중의약 사용·제조·판매, 중의사 개업에 관한 중의약 조례 시행
- 중의약 부작용 사고의 검사, 전문의견 제시, 병의 통제 및 예방 등 공중위생 업무
- 관리위원회에 전문적이고 행정적인 업무를 지원
- 홍콩 중약 관리법에 따른 각 항목의 제정 및 집행에 협조

○ 주요 사업내용

- 중의약의 안전성, 품질, 검사방법 정립 및 국제 표준기준을 설정하는 등 중의약의 시험에 대한 과학적 연구를 책임지는 정부 중약 검사 센터 운영
- 중의약 및 기타 전통 약초의 각종 표본을 저장하고 관리하며 중약 연구 및 검사를 지원하기 위한 중약표본관 운영
- 성상 및 현미경 식별 연구실, 화학실험실, DNA실험실 운영
- 홍콩 중약재표준(Hong Kong Chinese Material Medical Standards, HKCMMS) 개발
- ‘Chinese Medicines Herbarium’ 발간

3. EU

□ 독일 Charite 대학 대체의학연구부(Project Division Complementary Medicine Institute for Social Medicine, Epidemiology and Health Economics, Charite University)

○ 설립근거 및 연혁

- 보완 대체 의학에 대한 비교효능 연구 등을 위해 설립

○ 주요 임무 및 기능

- 보완 대체 의학의 임상연구방법론 개발
- 중의학, 자연요법, 동종요법, 아유르베다, 요가, 심신의학, 인지의학, 화한의학, 티벳의학 등을 이용한 보완 대체 의학 연구

○ 주요 사업내용

- 보완대체의학의 연구방법론 제시 (How well do randomized controlled trials inform decision making: systematic review using comparative effectiveness research measures on acupuncture for back pain, Clinical research on acupuncture - concepts and guidance on efficacy and effectiveness research)

□ 노르웨이 국립보완대체의학연구소(National Research Center in Complementary and Alternative Medicine in University of Tromso, KAFKAM)

○ 설립근거 및 연혁

- 노르웨이 트롬소대학교 의과대학 산하 연구소이자, 노르웨이 보건부의 산하조직으로 2000년 설립

○ 주요 임무 및 기능

- 보완대체의학 및 치료/연구에 총괄 조정·촉진·시행
- 교육, 자문서비스, 국내·외 협력 네트워크 구축 및 정보공유 등의 업무 담당
- 대체의학에 관한 이해 향상 및 보완대체의학에 대해 연구

○ 주요 사업내용

- '08년 WHO 전통의학협력센터 지정
- '19년 노르웨이와 중국의 보건·의료분야에 대한 의향성 체결 등 노르웨이-중국 협력체계 구축
- 지식기반 데이터베이스인 NIFAB(The National CAM Information Bank, 국립 CAM 정보은행) 구축
- 'The IMCR(Integrated Medical Care Rehabilitation)'에 관한 연구 진행

4. 일본

□ 키타사토대학교 동양의학종합연구소 (Kitasato Univ. Oriental Medicine Research Center)

○ 설립근거 및 연혁

- 1972년 설립된 키타사토(北里)연구소 부속으로 설립된 일본 최초의 근대적 동양의학 종합 연구기관으로, 1986년 WHO 전통의학협력기관으로 지정

○ 인력현황

- 2017년 기준 50명으로 구성

○ 조직현황

- 진료부서, 연구부서, 교육부서, 임상시험부서, 사무부서 5개부서로 구성
 - 진료부서는 한방외래, 침구외래, 약무부, 간호과로 분류
 - 연구부서는 임상연구부, 의사학연구부, EBM센터, 기초연구부, WHO전통의학협력센터로 분류

○ 예산현황

- 예산 전액을 연구소 자체에서 조달하는 시스템이며, 대부분을 진료수입에 의존(2012년 630만 달러의 진료수입을 R&D에 투자하였으며 그 이후 점차 감소하는 추세)

○ 주요 임무 및 기능

- 근대 일본의 동양의학의 선구자로서 동양의학의 전통을 계승 발전
- 동양의학의 근본인 심신일원적인 진료를 실천
- 동양의학의 과학적 근거 마련
- 동서의학 상호장점을 도입하여 의료의 질 향상

○ 주요 사업내용

<표 3-18> 일본 키타사토대학교 동양의학종합연구소 부서별 주요 사업내용

부서	주요 사업내용
임상연구부	- 한방과 침구임상의 전통적인 진단 및 치료의 객관화와 평가방법의 확립 - 소화관에 미치는 한약재의 영향에 관한 연구 - 정신 신경질환을 중심으로 한 신경성 약물의 약효평가 - 한약에 의한 새로운 암 치료법 개발 - 부작용성분 제거를 위한 생약 엑기스 개발
의사학연구부	- 연구의 기본 자료가 되는 문헌의 정비 및 자료를 파악하여 일본은 물론 외국 의 특수 연구 기관과 교류를 맺고 그 본질을 파악하는 역할
기초연구부	- 한약의 약리작용, 작용기전 및 작용성분의 종합적 해석에 관한 연구 - 한약의 약효성분으로 고분자 당사슬화합물의 구조와 활성 발현 메커니즘의 분석 - 한약 약효성분정보에 기반한 감염 면역반응과 점막면역반응의 제어 시즈 개발

□ 일본 토야마대학교 화한의학종합연구소 (Institute of Natural Medicine, Toyama Univ.)

○ 설립근거 및 연혁

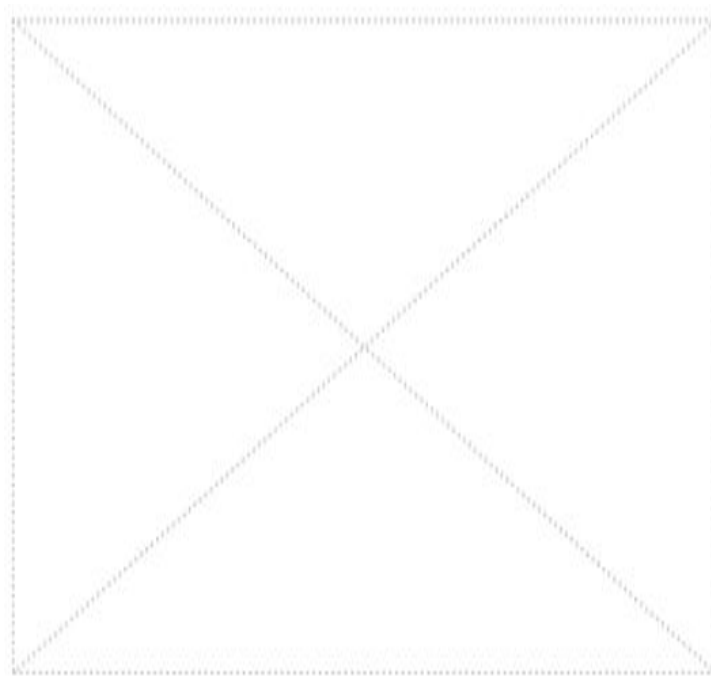
- 천연약물 자원 확보 및 안전, 화한의약학 기초연구 추진, 동서의약학 융합, 전통의약학연구의 핵심적 정보발신 거점 형성 등 첨단 과학기술을 이용한 전통약물의 과학적 평가와 동·서양의약의 융합을 통한 새로운 의약학체계 구축을 목표로 1963년 토야마대학약학부 부속 한약연구시설로 설립

○ 인력현황

- 2019년 5월 기준, 총 96명의 인력으로 구성되어 있으며, 연구부는 약학부생 26명, 대학원생 44명, 연구원 4명, 조교 6명, 교수 12명으로, 민족약물연구센터는 4명의 교수로 구성

○ 조직현황

- 연구부서 : 자원개발연구부문(생약자원과학분야, 천연물화학분야), 병태제어연구부문(복합약물약리학분야, 병태제어학분야, 위장관생리학분야, 신경기능학분야, 영양대사학분야), 임상과학연구부문(한방진단학분야), 중개연구(캠프 중개연구, 천연약물개발분야, 정보과학분야)로 세분화
- 민족약물연구센터 : 민족약물자료관, 국제공동연구분야로 구성
- 공동이용·공동연구센터 : 화한약과학기반형성거점
- 지원부 : 사무그룹, 기술그룹



[그림 3-24] 일본 토야마대학교 화한의학종합연구소 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 한의학적인 병리 고전 해석과 객관적 평가를 종합한 임상연수 프로그램 개발, 본 한방 방제의 약리 효과의 기초적·임상적 연구 등을 수행
- 화학응용분야, 생약자원과학, 약물대사 공학분야에 대한 연구 진행
- 임상이용분야, 임상적용분야, 기능정보해석분야에 대한 연구 진행
- 소화기생리학, 복합약물약리학, 병태생화학에 대한 연구 진행
- 신경과학과 전통약물을 융합하여 약물과 병태를 해석하는 ‘전통 약물-based 약물’ 연구
- 한방의료 정보에 관한 연구 및 교육, 토야마현 브랜드 화환약 제제 등의 개발 지원에 관한 연구 및 교육, 국제적 공헌 및 지원

○ 주요 사업내용

- 통합된 기술, 지식, 화환약 자원 및 연구 환경을 활용한 새로운 의약학적 체계 구축 및 공동 연구 추진을 지원하는 ‘화환약 연구 과학 기반 형성 거점’ 사업 시행

5. 기타 지역 : 동남아시아, 호주

□ 대만 위생복지부 국가중의약연구소(National Research Institute of Chinese Medicine, Ministry of Health and welfare)

○ 설립근거 및 연혁 : 대만 교육부 산하에 설치된 기관으로 대만에서 가장 큰 전통의학 연구 기관으로서, 1963년 10월 22일 정식으로 출범

○ 인력현황 : 연구자 34명, 행정직 7명, 기타 기술직 5명, 총 46명으로 구성(2017년 기준)

○ 조직현황

－ 중의약기초연구팀, 중의약임상연구팀, 중약화확연구팀, 중약재개발팀, 중의약고전팀의 5개 부서로 구성된 연구부서와 비서실, 회계실, 인사실의 3개 부서로 구성된 행정부서로 구성

○ 예산현황 : 2017년도 총 예산은 약 54억원이며, 그 중 연구개발 및 실험관련 예산은 약 9억원 정도로 추정

○ 주요 임무 및 기능

- － 중의약 과학기술 연구개발 능력 강화
- － 중의약 연구 교류 강화 및 중의약 연구 고급인력 양성
- － 중의약 과학기술계획 및 중개연구 촉진
- － 중의약 지식정보 서비스 홍보

○ 주요 사업내용

－ 중약 약효 및 독리학 연구, 중약성분 분석 및 약물개발 연구, 중약 방제 및 제제 개선 연구, 임상 중의약 위탁 수행, 국내외 중의약 학술교류 진행 등

<표 3-19> 대만 위생복지부 국가중의약연구소 부서별 주요 사업내용

부서	주요 사업내용
중의약기초연구팀	중의이론, 진단 및 치료법의 연구 중약 약리기전 연구 중약안정성 및 양약과 상호작용 연구
중의약임상연구팀	중의약 실증의학 연구 중의약 치료효과 평가측정 중의약 전문인력 훈련과 수련
중약화학연구팀	중약활성성분의 화학적 연구 중약활성성분과 유도체의 설계 및 합성연구 중약 품질 관리의 표준화 연구 중약화학성분 데이터베이스 설계
중약재개발팀	중약재 산지감정 및 품종 보존과 배양 연구 중약재 표본제작, 전시 및 응용 중약방제의 제제개선 연구
중의약정보문헌팀	중의약역사와 경전서적의 연구, 정리 및 간행 중의약 저널의 편집 발행 중의약 연구의 국제합작

□ 인도 아유르베다 과학연구중앙위원회(Central Council for Research in Ayurvedic Sciences, CCRAS)

○ 설립근거 및 연혁

- 보건복지부 산하의 4개 위원회 중 하나로 1969년 CCRIMH로 설립되었으며 1978년 CCRAS로 명칭이 변경된 아유르베다 과학 연구의 최고기관

○ 인력현황

- 총 931명으로 구성

○ 조직현황

- 1개의 이사회(위원장: 보건복지부장관), 2개의 자문기구(과학자문위원회, 과학자문그룹)와 1개의 상임재정위원회로 구성되어 있으며 2개의 과학자문기구 하위에는 임상연구와 약물연구위원회가 존재

○ 예산현황

- 2013-2014 총 예산은 약 266억으로 추정

○ 주요 임무 및 기능

- 아유르베다 의학의 과학적 연구목표 및 유형 설정
- 아유르베다 기초 및 응용연구의 기획 및 개발 수행
- 질병의 원인 및 예방과 관련된 기초 및 실험연구 수행

○ 주요 사업내용

- 임상연구 : 질병 또는 임상 환경에 대한 처방 개발 및 검증 (주로 인도 부족민들이 일상생활에서 걸릴 수 있는 다빈도성, 난치성 질환을 대상으로 하고 있음)
- 약물 표준화 : 단일 제품 및 복합제제 품질의 기준을 개발
- 약학 연구 : 약리 및 독성학적 연구, 약물의 안전성을 연구
- 문헌 연구 : 의사학적 연구와 더불어 힌디어, 영어 또는 다른 언어로 고전을 번역 출판하고 전자책으로 출판

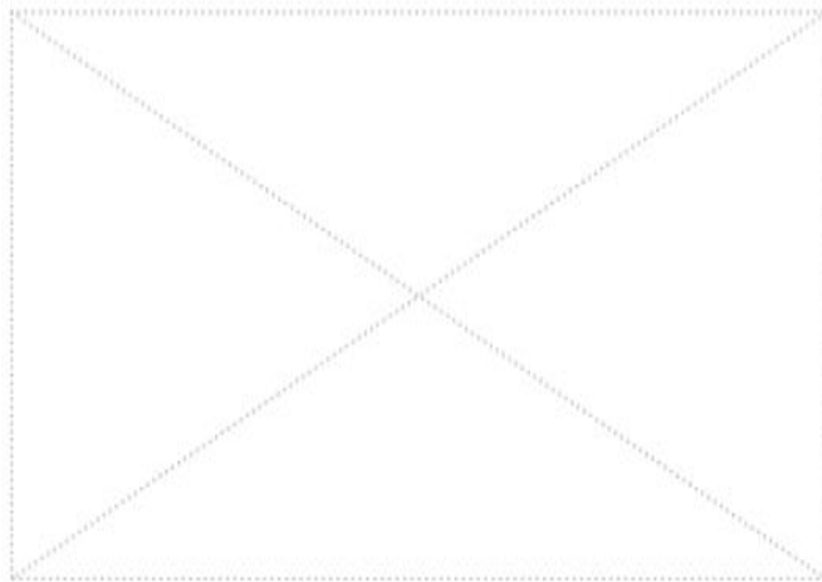
□ 인도 국립아유르베다연구소, 자이푸르(National Institute of Ayurveda(NIA), Jaipur)

○ 설립근거 및 연혁

- 아유르베다 의학의 각 분야 학부생 및 대학원생 배출, 의료시스템의 연구·평가·훈련·진료·안내를 위한 최상의 서비스 및 시설 지원·제공, 각 분야 연구 수행 등을 위해 1976년 설립

○ 조직현황

- 운영위원회(Governing Body), 상임재정위원회(Standing Finance Committee), 소장(Director)이 존재하며, 그 아래 하위 부서로 14개의 교육부서와 3개의 행정부서, 1개의 의료지원부서가 존재



[그림 3-25] 인도 국립아유르베다연구소, 자이푸르 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 당뇨, 암, 정신질환, 약용식물, 치료 수술 등에 대해 임상연구, 약물연구, 문헌연구를 진행
- 2개의 병원(Madhav Vilas Hospital과 Surajamal Bombaywala Hospital)에서 진료서비스 시행 (357병상 및 임상실험실 구비)
- 자이푸르의 라자스탄 아유르베다대학교와 연계하여 학부 및 석·박 과정을 통해 전문인력을 양성 및 배출

○ 주요 사업내용

- NIA Newsletter 발간·배포(격월) 및 Journal of Ayurveda 발간 (연 4회)

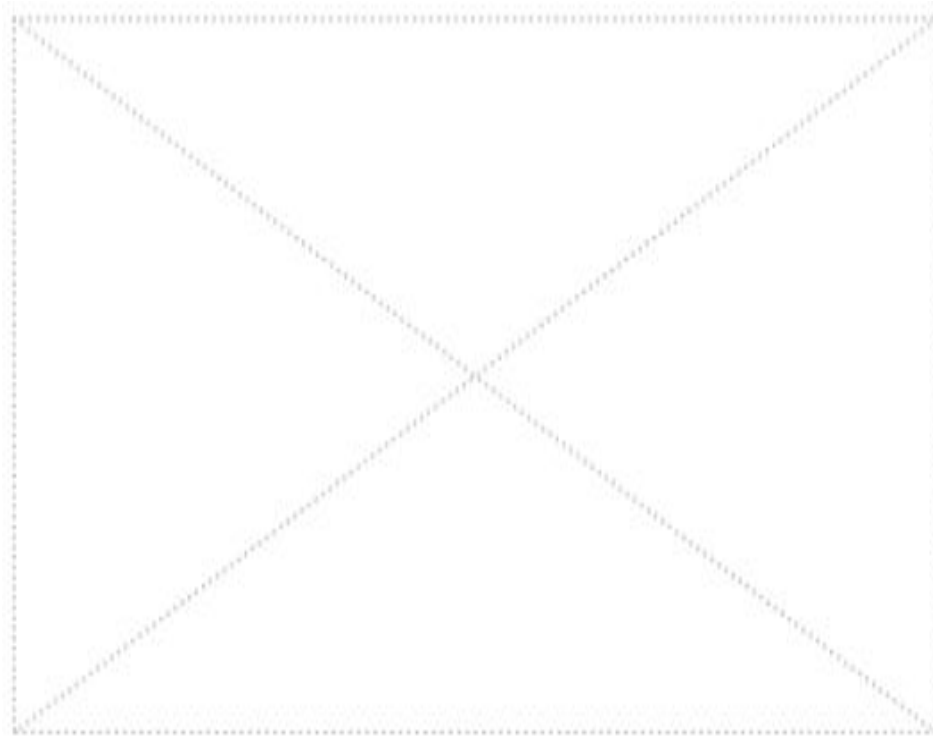
□ 베트남 전통의학병원(National Hospital of Traditional Medicine)

○ 설립근거 및 연혁

- 임상과 연구를 수행 가능한 베트남 최대 규모의 전통의학병원 및 연구소로 1957년 설립

○ 조직현황

- Administrative Section 아래 Functioning Section, Clinical Section, Sub-clinical Section 으로 구성되어 있으며, 내과, 외과, 부인과, 소아과, 침구과 등의 과목을 진료



[그림 3-26] 베트남 전통의학병원 조직도

○ 주요 임무 및 기능

- 다빈도 질환, 만성 및 난치성 질환에 대한 전통의학의 비약물 및 약물 치료에 대한 활용 연구
- 한약의 효능 및 안전성 평가 연구
- 한약의 표준화 방법에 대한 연구
- 전통의학(TRM) 및 현대의학과 TRM의 통합에 의한 진단 및 치료를 통한 의료서비스 제공
- 현대의학과 전통의학(TRM) 결합 및 전통의학(TRM) 구현에 대한 연구
- 전통의학(TRM)에 대한 직원 교육
- 전국적인 전통의학(TRM) 네트워크에 기술 가이드를 제공
- 질병 예방을 위한 보급 프로그램
- 국제 협력 및 약초 제조

○ 주요 사업내용

- '88년 WHO 전통의학협력센터로 지정되었으며, 학술, 연구, 인력 교류 등을 위해 세계 40여 개 기관과 네트워크를 형성
- '18년 한국한의학연구원과 베트남 하노이에 한약 자원과 임상연구 중점으로 한 전통의학

공동연구센터 개소

□ 호주 국립보완의학연구원(The National Institute of Complementary Medicine, NICM)

○ 설립근거 및 연혁

- 임상 등을 통한 현대의학과 의 전략적인 중개 연구 및 보완대체의학과 서양의학간의 국내·외 협력을 촉진하기 위해 2007년 설립

○ 조직현황

- NICM 중장기 발전계획 수립, 효율적 예산집행에 대한 자문, 성과 모니터링 및 추진전략·방향 자문 등을 하는 Independent Advisory Council
- 활용 전문가 파악, 연구 선진화 및 필요기술·인프라 활용에 대한 자문, 연구우선순위 및 프로그램 자문, 국내·외 연구네트워크 확대 지원 등을 하는 Scientific Advisory Council
- 예산 집행 관리 및 위기 관리를 하는 Audit and Risk Committee

○ 주요 임무 및 기능

- 대체의학의 안전성, 효능, 비용효과에 대한 연구 및 정책 연구 수행
- 대체의학의 복잡한 성질(Complex Nature)에 대한 방법론적인 문제에 대한 연구
- 연구에 도움이 되는 정책·제도 및 산업 환경 조성을 위한 보완대체의학 관련 자문 제공
- 통합의학연구 역량 육성, 우수성 개발 및 투자 유치
- 보완대체의학과 서양의학 간의 통합 및 협력 촉진
- 국내·외 파트너와 협력 추진

○ 주요 사업내용

- 'Herbal Chemical Marker Ranking System(Herb MaRS)' 개발
- 중의약 사용에 관한 보고서인 'Towards safer Choice1' 발간
- 중국 약초의 독성에 관한 데이터베이스 개발 및 유지·관리
- 호주에서의 보완의학 연구의 규모 및 범위에 대한 설문조사 수행

제7절 주요 이슈 및 시사점

□ 정책(Policy) 동향

- (미국) NCCIH, 전인적 건강 개념을 새롭게 도입한 연구전략(2021-2025) 수립
 - 인간의 전 생애주기에 걸쳐 건강증진 및 질병 예방을 위한 보완통합의학의 잠재성에 대한 연구를 주 연구목표로 설정
 - 인간 건강을 신체와 정신이 결합한 전인적 건강(Whole Person Health)으로 인식하고 건강 관리와 질병연구에 있어 심신을 아우르는 이해 요구
 - 다양한 분야의 관점(Multimodal)에서 연구하고, 기존 현대의학과 연계를 추구하는 보완통합의학의 역할 수립
- (중국) 환자 대상 질병 치료 중심에서 전 국민 대상 종합 건강중심으로 정부 정책 및 투자 패러다임 변화하고, 현대과학기술을 활용한 중의학 연구 장려
 - 국민건강 개선을 위해 종합건강중심, 전체인구 대상, 능동형·시스템형·통합형 서비스, 전방위서비스, 국가·사회·개인 공유모델을 5대 전략으로 제시
 - 「중의학 발전전략규획강요」(2016-2030)을 통해 중의학 의료서비스 역량 개선을 위해 '인터넷 + 중의학 촉진', '빅데이터 활용' 정책 추진
- (국내) 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대, 「예방」, 「신약」, 「의료기기」를 중점영역으로 설정
 - 국정과제에서 의료기기의 4차산업혁명 기술융합, 나노·바이오 융합 R&D, 뇌과학 등을 포함한 바이오·의료 분야의 기술융합 방향 제시
 - 다수의 상위계획에서 「예방」, 「신약」, 「의료기기」를 바이오/의료 R&D의 중점영역으로 제시하고 타 분야와의 융합확대를 핵심전략으로 추진
 - 이외에 과기부는 고령사회에 따른 치매극복 강조, 디지털 치료제, AI 활용 혁신신약 등 유망기술과 다양한 분야에 접목·활용가능한 공통기반 기술에 대한 선제적 투자방향 제시
- 미래융합한의학에 있어서 고려사항
 - (중점분야) 다수의 정책에서 예방, 신약개발, 의료기기 개발을 공통적으로 언급, 한의학 기반 미래융합의료에서도 고려 필요
 - (대상질환) 과기부 22년 투자방향에서 치매 강조, 미래융합한의학에서도 치매를 예방·관리 관점에서 고려 필요
 - (타분야 융합) 바이오 분야의 재생의학, 뇌과학, 지능형 식물공장(AI 등의 디지털기술 융합 포함) 융합, 디지털 기술과의 융합 타진
 - (R&D 전략) 유망기술·범용기술 중심의 기초연구, R&D-임상 연계(중개연구 등 실증) 고

<한의학연의 2050 미래비전 및 미래상에서 다룬 미래융합의학 관련 이슈>

- 기전연구 : 생물학적 기전, 멀티성분 또는 멀티 타겟 기전규명
- 예방/관리 : 미병연구, 심리적 연구 강화, 전인적 건강
- 진단/치료 : 진단 과학화/표준화, 다양한 바이오마커 발굴 등
- 의료기기 : ICT 기술, 영상기술 기반 진단기기 개발
- 한약제재 : 세계로 대상범위 확대, 효과분석 병행(약리/독성/효능효과 연구)
- 방법론 : 한의학적 연구방법론 과학화/표준화
- 서비스 : 원격의료
- 인프라 : 데이터 구축/활용

□ 산업(Economic) 동향

- (세계시장) 전통의학을 활용한 심신요법과 디지털 헬스가 세계 보완대체 의료시장 및 보건의료시장 성장의 주요 기폭제로 작용 예상
 - Grand View Research, Inc. 보고서(2021)에 따르면, 세계 보완대체의료 시장규모는 '21-'27년 사이 연평균 22.03% 증가, 2028년에는 4,046억만 달러 규모로 성장 예상
 - 성장동인으로 요가, 명상, 자기요법, 침술 등 심신 모두를 다루는 전통의학에서 상당한 관심이 집중 예상
 - ※ 자기요법은 전통의학 분야의 전문가들 사이에서 많이 채택되고 있는데, 아직 초기단계이기는 하나 몇몇 임상시험에서 통증관리에 유효한 결과를 내고 있음
 - 각국의 정부정책이 보완대체의료 도입을 가속화하여 시장규모를 확대하는 중요한 동인으로 작용
 - ※ 인도정부의 경우 최근 CAM 관련 시설 개발과 표준화에 대규모 투자는 주목할만 하며, 지방정부 또는 기업에서도 보완대체의료 관련 의료관광에 초점을 두고 있음
 - Global Industry Analysts Inc.(2021)에 따르면, 세계 Digital Health 시장은 2020년 1,525억달러에서 2026년 4,567억달러로 매년 18.8%씩 성장 예상
- (미국) 심신치료 중심의 보완대체의료 수요 급증, COVID-19 영향으로 비대면'Virtual Classes'수요 증가
 - 2018년 11월에 발표된 미국의 2017년 국민건강 인터뷰조사(NHIS)에 따르면, 요가와 명상을 사용하는 미국 성인과 아동 수가 크게 증가(각각 14.3%, 14.2% 증가), 카이로프랙틱의 사용도 성인의 경우 소폭 증가
 - 특히, 팬데믹 기간동안 스트레스, 우울증, 불안장애 등 심신치료요법에 대한 수요가 증가하면서 모바일 프로그램을 통한 가상 심신수업 활용
- (중국) 고령사회 및 신종감염병에 대응하고, 디지털과의 접목을 통한 중의학 수요 및 시장

확대 예상 (양로/건강관리/디지털 의료/의료기기 + 중의학)

- 고령화 문제로 양로서비스가 결합된 개인연금제도 급속도로 발전함으로써 양로서비스 시장 확대, 건강보험 수요 급증과 다양화 예상
- COVID-19 이후, 사람들의 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도와 수요 증가로 중의약 시장규모 확대 예측
- 마찬가지로 COVID-19 이후 비대면 의료서비스에 대한 국민 수요가 대폭 증가함에 따라 '제14차 5개년'에 원격의료 추진 포함
- 중국 정부와 시장, 기술적 동인으로 의료기기 산업 성장 확대로 중의학 의료기기도 함께 성장 예상

○ (국내) 한의약산업 업체 규모가 아직 영세하여 민간 R&D 투자 한계 존재

- '19년 한의약산업 매출액은 10조 3,630억원으로 '17년대비 9.9% 증가하며, 비약물 매출액 차지하는 비중(61.6%)이 큼
- 한약제제 관련 산업은 '17년 기준 3,619억원으로 '11년 이후 연평균 3.7%씩 성장하고 있으나, 수출업체의 규모 영세, 중국에 대한 수입의존도 큼
- 한의 의료기기 매출액의 경우, '19년 307.7억 원으로 매년 20.5%씩 빠르게 감소하고 수입비중도 큼

□ 사회적(Social) 환경 및 전망

○ 초고령사회 문턱까지 진입, 그러나 건강수명 정체, 고령자 1인당 진료비 지속 증가

- 인구통계 발표('21)에 따르면, 65세 이상 인구가 '19년 아동 인구를 추월한데 이어 청소년 인구도 넘어서면서 '초고령사회' 문턱까지 진입
- 가장 최근인 2018년 기대수명은 82.7년으로 2017년과 2014년 81.8년에서 꾸준히 증가하고 있으나, 건강수명은 정체(통계청, '20)
- 고령자 1인당 진료비는 448만 7천원, 본인부담 의료비 104만 6천원으로 점차 증가하고 있어 빈곤한 노인 문제를 더욱 가중시킬 것으로 전망
- 노인 인구가 13%인 것에 비해 전체 건강보험 진료비 38%를 사용하고 있고, 빠른 인구고령화가 박차를 가해 국가재정에 악재로 작용 예상

○ 질병구조 변화로 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각

- '19년 기준, 입원 질병분류 중 상위 질환군의 점유율은 '정신 및 행동 장애'가 22.1% 점유, 해당 질환군에 치매 상병이 큰 비중 차지
- 순환기 계통, 신경계통 질환도 입원일수 증가에 지속적으로 높은 비중을 차지할 것으로 예상
- 만성퇴행성 질환, 치매 증가 등으로 인한 정신건강 관리, 근골격계 질환이 주요 질환으로 꼽히면서 건강관리, 예방관리가 중요한 영역이 될 것으로 전망

- 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구
 - 노인질환의 특징은 한사람에게 여러 질환이 같이 존재한다는 것이며, 일반적으로 여러 원인으로 여러 장기 질환이 발생하는 경우가 많음
 - 또한, 노화과정은 개인의 차가 크고 질병발생이 동반되기 때문에 개인의 차가 현저히 두드러져 질환치료에서 개인에 대한 특별한 주의 요구
 - 특히, 노인질환은 치료되지 않은 만성질환이 많아 질환관리가 절대적 치료보다 기능유지가 목표가 되는 개념 도입 필요
- 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 예상
 - 우리나라는 인구 고령화가 진전되면서 노인인구에 대한 건강형평성 문제가 함께 부각되었고, 특히 노인 인구집단의 지역적 격차 문제 대두
 - 이와 더불어 COVID-19 확산으로 “근로 빈곤인구 증가”의 사회적 불평등 문제가 의료서비스 접근성 격차로 건강수준에 영향을 미칠 것으로 추정
 - 그러나 의료서비스 접근성 제고를 위한 솔루션으로 대변되는 원격의료 문제 등이 사회적 합의가 이루어지지 않아 향후 해결해야 할 과제로 남아 있음
- 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 신뢰도 및 인지도 저하로 한방의료 이용 감소
 - ‘20년 한방의료 이용 및 한약소비 실태조사’에 따르면 한방의료 이용비율은 점차 감소
 - ※ 한방건강보험 이용 전체 환자의 경험은 2017년 73.8%에서 2020년 69.0%로 이용율 감소
 - 한방의료 인지도가 낮고, 과학적 근거 부족으로 인한 신뢰도 저하 등이 한방의료 감소 원인으로 작용

□ 기술(Technology) 동향

- 유전, 환경 및 생물학적 특성 등 개인 조건에 맞춘 진단·치료 관련 기술 발전으로 5P Medicine 시대 도래 전망
 - 2000년대에 들어서 유전체학, 시스템생물학, 약리학 등 분야의 과학적 발전과 함께 ‘3P Medicine’ (Predictive, Preventive, Personalized Medicine) 개념 형성
 - 이후, Participatory를 포함하는 ‘4P Medicine’ 개념으로 바뀌면서 환자와 환자협회가 헬스케어 시스템의 적극적인 이해관계자 역할 요구
 - 5P Medicine은 토탈옴믹스 기반으로 정확한 진단과 맞춤치료를 정밀하게 이뤄낸다는 개념임
- 심리와 신체간의 상호작용 및 뇌와 심신의 메커니즘 연구 등 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구 활발
 - ‘18년 4월, 국립노화연구소(NIA)는 NIH와 NCCIH 공동으로 건강에서 정서적 웰빙(emotional well-being)의 역할을 주제로 논의

- 정서적 웰빙을 촉진하기 위한 중재(interventions) 전략 개발, 임상연구 또는 적용 문제를 다루었고, 최근 심리와 신체간 상호작용에 대한 연구 진행
 - NCCIH 또한 현대의학과 보완대체의학간 경계가 모호해지면서 연구방법을 심리치료(psychological interventions)과 신체치료(physical interventions)로 재구성하여 심신의 중재가 임상적으로 효용성이 있는지 과학적 근거를 제공하기 위한 기초연구 중심의 향후 5년 연구전략 수립
- 유명 중의학 임상의 경험 수집, 침술과의 융합, 예방의학 등에서 AI 기술 활용
- 병리학·임상·의학 오랜 경험과 계속 업데이트되는 정보들을 활용하여 최고 수준의 진단과 치료 전략을 대표하는 임상경험을 AI를 통해 수집 가능
 - Tainan National Cheng Kung University에서 ① 경혈의 위치파악, ② 침 치료효과 조사, ③ 경혈자극의 치료효능에 대한 AI 가이드 자동 검출을 위한 로봇제어 침술기술(RCA) 개발
 - Xia Shujie et al.(2019)는 AI를 이용하여 “예방의학” 측면에서의 건강관리모델을 분석하여 핵심기술모델 수립
 - 추나요법에 대한 AI 적용은 아직 초기단계이나 효율성과 안전성을 개선하기 위해 추나 프로토콜 기반으로 마사지 장비, 로봇 개발 지속
 - 이외에도 기공호흡 특성을 특정 병리와 결합한 데이터 생성과 이를 기반으로 한 서비스 모델 개발
- 다양한 뇌연구방법을 접목한 경혈, 침치료 등 한의치료효능 연구 시도
- Jingjing Zhang et al(2021)은 경혈과 비경혈간 치료효과의 차이를 보여주기 위해 심전도 또는 뇌파검사와 유사한 기술을 적용하여 경혈의 신호를 감지할 수 있다는 것을 제안하고 경혈과 비경혈의 제어위치에서 전기신호를 수집하기 위해 전기스펙트럼기기 사용
 - 허혈성 뇌졸중 이후 수면장애 침치료 효과분석을 위한 무선 다이내믹 수면 모니터 적용, 침술의 임상효과를 후향적으로 분석(Yujuan Song, et al., 2021)
 - 또한, 최근 10년간 rs-fMRI(휴지상태 fMRI)를 이용하여 침술치료의 메커니즘 규명, 질병과 진단근거의 시각화 및 효능평가, 경혈자극의 생리적 기전, 경혈의 시각화 등의 연구 추진
- 오믹스 기술을 활용한 전통의학 이론과 치료에 대한 이해와 메커니즘 연구 확대
- CAM(Complementary and alternative medicine) 분야에서 대사체학, 전사체학 등 오믹스 기술을 이용한 질환 연구들이 많이 진행되고 있으며, 주로 치료의 메커니즘을 연구하는 사례 다수
 - '20년, eCAM에서 CAM과 오믹스 기술과의 융합에 대한 주제로 논문을 공고, 이에 대한 가이드라인으로 다음과 같은 연구주제 제시
 - 오믹스 기술 관점에서 전통적이고 혁신적인 CAM 치료방법 조사·분석

- 오믹스 기술을 통해 허혈증 등 CAM 이론 시스템 기본개념 해석
- 병리학적 변화와 오믹스 변화 간 상관관계
- 약재, 단량체(monomers), 처방, 특허 신약, 기타 CAM 치료요법을 포함한 오믹스 관점에서 본 CAM 치료적 메커니즘 개발
- 오믹스 기술을 통한 CAM 관련 생물학적·병리학적 과정에 대한 이해
- 오믹스 기술을 통한 CAM의 객관적인 바이오마커 탐지 및 식별

○ 다양한 최신기술을 접목한 뇌졸중 및 재활 분야 다학제 연구 시도

- (VR) 자율성, 상호작용, presence의 기술적 특성을 갖는 VR와 재활훈련이 결합하여 뇌졸중 환자가 가상 환경에서 신경재활을 받을 수 있는 새로운 방법 제공
- (Robot Training) 임상과의 공학자간 협력을 통해 최근 재활로봇에 대한 새로운 기술개발 활발
- (mHealth) 편마비가 있는 뇌졸중 환자의 재활서비스를 제공하기 위한 모바일 헬스 기술개발
- (BCI) 최근 EEG(뇌파)를 활용한 BCI 기술은 뇌졸중 환자의 수면과 우울증 리스크 치료에 있어서 새로운 가능성 제공
- (NIBS) 비침습적 두뇌자극 기술(NIBS)인 경두개 직류전기자극(tDCS)과 반복 경두부 자기자극(rTMS)은 뇌졸중 이후 편마비 환자 재활에 운동훈련과 함께 사용
- (기타) 뇌영상과 빅데이터가 결합한 연구들이 뇌졸중 환자회복 예측모델 개발을 위해 이루어지고 있음

□ 해외 주요기관 활동 현황

○ 세계적으로 전통의학의 과학적 근거 확보를 통한 국가 경쟁력 강화를 위하여 관련 연구 및 사업을 추진하고 있는 상황

- (중국) 중의약 이론을 정립하고 중의약의 약재, 성분 등에 대한 데이터베이스 구축사업 및 중의학의 유효성 및 안전성 검증을 위한 연구개발을 활발히 진행하고 있는 상황
 - 중약 자원의 중요성을 깨닫고, 중의약자원센터를 신설하여 대대적으로 연구 및 사업 진행을 통해 자원확보 추진
- (미국) 보완대체의학의 유용성과 안전성 및 건강관리 개선의 역할을 정의하였으며, 난치 증상에 대한 관리 개선 및 건강증진과 질병예방 수단 육성 등의 사업 추진
- (일본) 전통약재의 약리작용, 작용기전 및 작용성분의 종합적 해석에 관한 연구 등 동양의학의 과학적 근거 마련을 위한 연 추진 중
- (대만) 중의이론, 진단/치료법 연구, 중약 약리기전 연구 등 중의약의 과학기술 연구개발 능력 강화와 과학적 근거 확보를 위한 연구 진행 중

- (한국) 한의 진단·치료 원천기술 개발, 한의 지식정보 인프라 구축 등 한의학에 대한 연구 개발 및 한의 기술관련 인프라 구축을 위한 활동 수행
- 중국, 일본, 한국은 전통의학 관련 산업의 확대를 위한 약재의 품질관리, 의약품 등 관련 기술개발을 위한 활동 지속 수행
 - (중국/일본) 전통의학의 특성상 품질관리의 특이성과 어려움 때문에 생약제제의 품질확보를 위해 재배에서 유통, 포장에 관련한 기술개발 및 품질관리 기준 마련 중
 - (한국) 한의약 산업 기반 확보를 위하여 한약재 표준화 및 고도화 사업을 통해 재배 표준화, 안전성, 유효성, 유해물질, 안정성, 품질표준화, 한약재의 품질보증 체계 마련 등 추진
- 중국은 전통의학시장 선점을 위하여 약재, 치료기술에 대한 기준 및 체질분석의 표준화 시스템 마련 등을 추진하고 있으나 국내 한의학 분야 표준화활동 성과는 미흡한 실정
 - (중국) 중약자원에 대한 표준화 및 질환별 정형화된 치료법을 도출하기 위한 기술개발을 진행하는 등 전통의학시장 선점을 위해 중의학 관련 국내외 표준화활동을 활발하게 추진 중
 - ※ 중국중의과학원은 중국 전통의학 지식의 표준화 및 중의학 질병분류체계, 변증분류기호 연구, 중약자원에 대한 감별 및 표준화 연구 진행, 표준임상진료지침인 중의순증임상실천지남 출판
 - (한국) 침, 약침, 뜸 등 치료기술의 품질 표준화, 시험법 확립에 대한 연구 및 체질진단 툴 개발을 하고 있으나 중국에 비해 다소 뒤늦게 표준화활동을 시작하여 가시적인 성과는 미흡한 상황
 - ※ 한의학표준정보서비스, 체질정보 은행 등 한의학 관련 지식 정보 제공 서비스를 운영하는 등 한의학 표준화를 위한 지속적인 활동을 수행 중
- 일본, 미국 등 전통의학과 서양의학과 병용치료에 대한 임상연구 및 협력진료에 대한 연구 활동을 활발하게 진행하고 있는 상황
 - (미국) 각 대학에서 보유한 통합의학센터에서 전통의학의 다양한 치료법을 서양의학에 적용하는 등 통합의료서비스 제공을 위한 연구 수행
 - (일본) 전통의학과 서양의학 연구를 추진하는 해외 특수 연구기관과의 교류를 맺고 동·서양 의학의 상호장점을 도입하는 등의 활동을 수행하고 있는 상황
 - (독일) 중의학, 자연요법, 심신의학, 인지의학, 티벳의학 등을 이용한 보완대체의학과 서양의 비교효능 연구를 수행
 - (노르웨이) 보완대체의학 및 치료/연구 분야의 이해향상을 위해 중국과 보건·의료분야에 대한 협력체계를 구축하는 등의 활동을 수행
 - (베트남) 현대의학과 전통의학의 결합 및 전통의학 구현에 대한 연구를 수행 중에 있으며, 학술, 연구, 인력 교류 등을 위해 세계 40여개 기관과 네트워크를 형성
 - (호주) 통합의학 서비스 제공을 위하여 보완대체의학과 서양의학간의 효능 연구와 통합 및 협력 촉진 등을 위한 활동을 수행

<표 3-20> 한의학 관련 세계 주요 연구기관의 활동 현황 비교

구분	한의학연구원 (한국)	중의과학원 (중국)	국립보완통합 의학연구소 (미국)	토야마대학교 화한의학종합연구소 (일본)	위생복지부 국가중의약연구소 (대만)
연구 활동	(기초기반) 한의 기초이론· 지 식정보 연구 (산업화) 한약제제 및 한약 기반 소재 개발 (산업화) 의공학 원천기술 개발	(기초기반) 중약자원의 유효 성 발굴 및 입증 에 대한 연구 (기초기반) 중약자원 DNA 바 코드 기반 감별체 계 구축을 위한 표본 및 종 동정 에 대한 연구 (산업화) 중약의 약효를 극 대화할 수 있는 신형 중약제제의 연구 개발	(기초기반) 감정신경과학 및 통증, 감각실험 및 영상 등을 이용한 임상연구 (기초기반) 설치류의 행동, 영 상, 세포 가소성, 신경서킷 등 통증 및 통합신경에 대 한 연구	(기초기반) 천연약물 자원 확 보 및 안전성에 대한 연구 (기초기반) 화한의학학 기초 연구 및 동서의약 학 융합 연구	(기초기반) 중 의 약 보 조 질 병 치료의 실증연구 (기초기반) 중약품질연구방법 개발 (기초기반) 중서약 상호작용 연구
지원 활동	(기초기반) - 한의학 고전 DB, 한의학표 준정보 서비스, 체질 정보 은 행 등을 운영 - 공동기기실 운 영 (기초기반) ODA 사업 추진	(기초기반) - 중의학 문헌에 대한 Full-Text (약 2,300종), 수백 건 이상의 문헌 데이터 분석 등 중의학 데이터베이스 시스템 구축 - 한약자원에 대한 조사 인프라 및 표본 보유	(기타) 보완대체의학 연 구기관의 연구 프 로젝트의 재정적 지원 및 감독 (기초기반) 보완대체의학 연 구에 대한 시의 적절한 정보 제공 및 검증된 보완대 체의학 치료법 도 입 지원	(기초기반) 새로운 의약학적 체계 구축 및 공 동 연구 추진을 지원하는 ‘화환약 연구 과학 기반 형성 거점’ 사업 시행	(산업화) - 중의학 과학기술 계획 및 중개연구 촉진 - 중의약연구 교류 강화를 위한 특별학술강의, 초청교환 지원
교육 활동	- UST-KIOM 교육 프로그램 운영 - KIOM URP (학부생 연구 지원 프로그램) 운영	- 외국인 대상의 침구교육프로그 램운영	- 보완대체의학 연구자들에 대한 교육 지원 프로 그램 운영	- 한방(캄포) 의료 정보에 관한 교육 - 토야마현 브랜 드 화환약 제제 등의 개발지원에 관한 교육	- 중의학 고급인 력 양성을 위한 전문인력 훈련 및 수련 지원 - 중의학 지식정 보 서비스 홍보

제4장 사업추진 계획

제1절 사업 추진방향

1. SWOT 분석 결과

☐ 환경분석 결과를 토대로 미래융합한의학 발전전략 방향 설정을 위한 SWOT 분석 실시

☐ 정책동향 분석결과

- (기회) 정부 상위계획에 있어서 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위한 타분야와의 융합 확대 전략은 미래융합한의학 발전에 기회 요인으로 작용
- (기회) 고령사회에 따른 치매극복 강조를 제시한 과기부의 투자방향은 융합의학 R&D 추진에 있어서 기회 요인으로 삼음
- (위협) 주요국에서 보완대체의학을 중심으로 건강관리와 예방의료 중심의 헬스케어 패러다임 변화 시도는 아직 대응책을 마련하지 못한 우리나라에게 위협요인으로 작용
- (위협) 중국은 디지털 기술이 견인하는 인터넷 의료서비스 중심의 정책 추진으로 중의학 성장이 전망되고 있어 우리나라 한의학 경쟁력 확보에 위협요인으로 작용

☐ 산업동향 분석결과

- (기회) 심신요법과 mHealth 기술 도입 등 세계 보완대체의료 및 보건의료 시장이 각각 22.03%, 18.8%로 고성장할 것으로 전망되고 있어 미래융합한의학 발전의 기회 요인으로 작용
- (기회) 중국의 양로서비스 시장 확대 전망, COVID-19 이후 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도 제고 등은 세계 보완대체의료시장을 이끌 것으로 예상되는 바, 이는 우리나라 한의학에서도 큰 발전기회를 맞이할 것으로 전망
- (약점) 한의약산업 업체규모가 아직 영세하여 민간에서 자체적인 R&D 투자가 어려운 상황은 우리나라 한의학의 경쟁력 확보에 약점으로 작용
- (약점) 아직 한의사가 의료기기진단하지 못하는 국내 현실의 영향으로 한의 의료기기 시장의 빠른 감소는 한의학 성장에 걸림돌로 작용
 - 한의사 의료기기 사용에 대한 법리해석의 차이로 사회적 이슈 및 논란 지속 발생

☐ 사회적 환경분석 분석결과

- (위협) 초고령사회 문턱까지 진입, 고령자 진료비 지속적 증가는 향후 국가재정 운용에 악

재로 작용 예상

- (기회) 질병구조 변화에 따라 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성이 부각되면서 한의학 대응영역이 많아 기회요인으로 작용
- (기회) 인과관계 파악이 어렵고 여러 장기질환, 치료되지 않은 만성질환 등으로 대변되는 노인질환에 대해 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구는 대응 가능한 한의학에 있어서 기회요인으로 작용
- (위협) 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대가 예상되고 있으나, 이에 대한 솔루션으로 대변할 수 있는 원격의료 문제가 아직 사회적 합의가 이루어지지 않아 위협요인으로 작용
- (위협) 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 인지도 저하, 과학적 근거 부족으로 인한 신뢰도 저하가 미래융합한의학 발전에 걸림돌로 작용

□ 기술동향 분석결과

- (기회) 심리와 신체간의 상호작용 및 뇌와 심신의 메커니즘 연구 등 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구가 활발해지고 있는 상황은 한의학 연구역량에도 기회요인으로 작용
- (기회) 한의학적 비약물 치료를 통해 정신질환 약물장기 부작용 문제 해결 가능
 - ※ 한의학 경락이론을 토대로 한의정신요법인 ‘감정자유기법’을 한의치료기술 최초로 신의료기술로 등재
- (위협) 주요국의 보완대체의료에서 AI, 뇌과학 등 첨단기술 활용에 대한 관심 집중과 정부의 적극적인 개입은 한의학 세계적인 위상확보에 위협적인 요인으로 작용
- (강점) 그간 한의학 정부 연구개발 투자를 통해 기초, 중개 연구자들의 연구역량 향상
 - 오랜 기간 국민건강을 지켜온 한의학의 저변, 글로벌 최고 수준의 현대의학과 첨단기술 기반의 융합기술 역량 꾸준히 축적
 - ※ 한국한의학연구원은 한의학 기초원리에 대한 이해와 현대과학적 해석을 바탕으로 디지털 기술, 생명공학기술 등과의 융합기반 마련
- (강점) 최근 빅데이터, AI, 3D 프린팅 등 4차산업혁신 기술에 대한 투자와 기술역량이 발전함에 따라 보건의료분야에서도 이들 기술을 활용한 디지털 헬스케어 기술역량이 빠르게 축적, 향상되고 있어 미래융합한의학 발전의 강점 요인으로 작용
- (약점) 한의학의 기전·임상 연구를 통해 한의약 산업화 기술 및 표준진료지침 등 일부 성과를 창출하였으나, 한의학 이론 및 기술의 특성을 현대과학적으로 해석하기 위한 노력과 이를 위한 새로운 연구방법론 부족은 약점으로 작용
 - 한의학적 생체지표를 현대의학의 체계로 해석하고, 다중 소재·성분을 포함하는 한약의 유효

성분·작용기전을 밝힐 수 있는 방법론 부재

- (약점) 과학적 해석 및 객관적인 진단기준의 부족은 표준진료기준의 정립 등 한의학의 표준화 및 신뢰도 제고에 걸림돌로 작용
- (약점) 한양방 협진체계 기반의 통합의료의가 계속해서 요구되는 가운데 한양방 협진 시범사업에 대한 성과가 미흡하다는 평가는 미래융합한의학 발전에 약점으로 작용
 - 한편, 중국 중의학에서는 중의학 자체, 중서결합의, 민족의약까지 다루고 중서결합의가 존재하여 양방협진이 자연스럽게 허용되고 있음
- (약점) 세계적으로 보완대체의학의 한 부류로 평가되고 있으나 한의학은 포함되지 않음

<표 4-1> 미래융합한의학 발전전략의 SWOT 요인

강점(Strength)	약점(Weakness)
S1. 잘 훈련된 한의학 분야 기초, 중개 연구자들의 연구 역량 S2. 한국한의학연구원을 중심으로 국내 한의기반 연구 역량 축적 S3. 보건의료분야의 빅데이터, AI 등 혁신기술 역량 발전 S4. 한의학의 전인적 접근은 근본 치료, 복합치료, 개인맞춤 치료에 적합 *(한의학 특징) 최소침습적 치료, 개인특성/체질 고려, 건강 상태 면역력 향상 유지에 오랜 경험과 임상근거 축적 S5. 한의학적 비약물 치료를 통해 정신질환 약물장기 부작용 문제해결 가능	W1. 한의약산업 업체규모 영세로 자체적인 R&D 투자 어려움 W2. 한의사의 의료기기 사용에 대한 지속적인 논란은 한의 의료기기 성장에 걸림돌로 작용 W3. 과학적 해석의 새로운 방법론 부족, 객관적인 진단기준의 부족 W4. 한양방 협진 시범사업의 성과 미흡으로 통합의료 요구 대응 미진 W5. 세계 보완대체의료 시장에서 중의학은 한 부류로 평가되고 있으나, 한의학은 미포함
기회(Opportunity)	위협(Threat)
O1. 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대 정책 추진 O2. 과기부, 고령사회에 따른 치매극복을 제시한 투자방향 제시 O3. 심신요법과 mHealth 기술 도입으로 세계 보완대체의료 및 보건의료 시장 고성장 전망 O4. 중국의 양로서비스 시장 확대, 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도 제고는 세계시장 견인 O5. 질병구조 변화에 따라 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각 O6. 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구는 한의학에서 대응 가능 O7. 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구	T1. 주요국의 보완대체의료에서 AI, 뇌과학 등 첨단기술 활용에 대한 관심 집중과 정부의 적극적인 개입은 한의학 경쟁력 확보 위협 T2. 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 T3. 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 한방의료 이용 저조 T4. 중국은 디지털 기술이 견인하는 인터넷 의료 서비스 중심의 정책 추진

2. 주요 전략방향 도출

□ SWOT 분석을 통해 대응전략 도출

<표 4-2> SWOT 분석 및 대응전략 도출

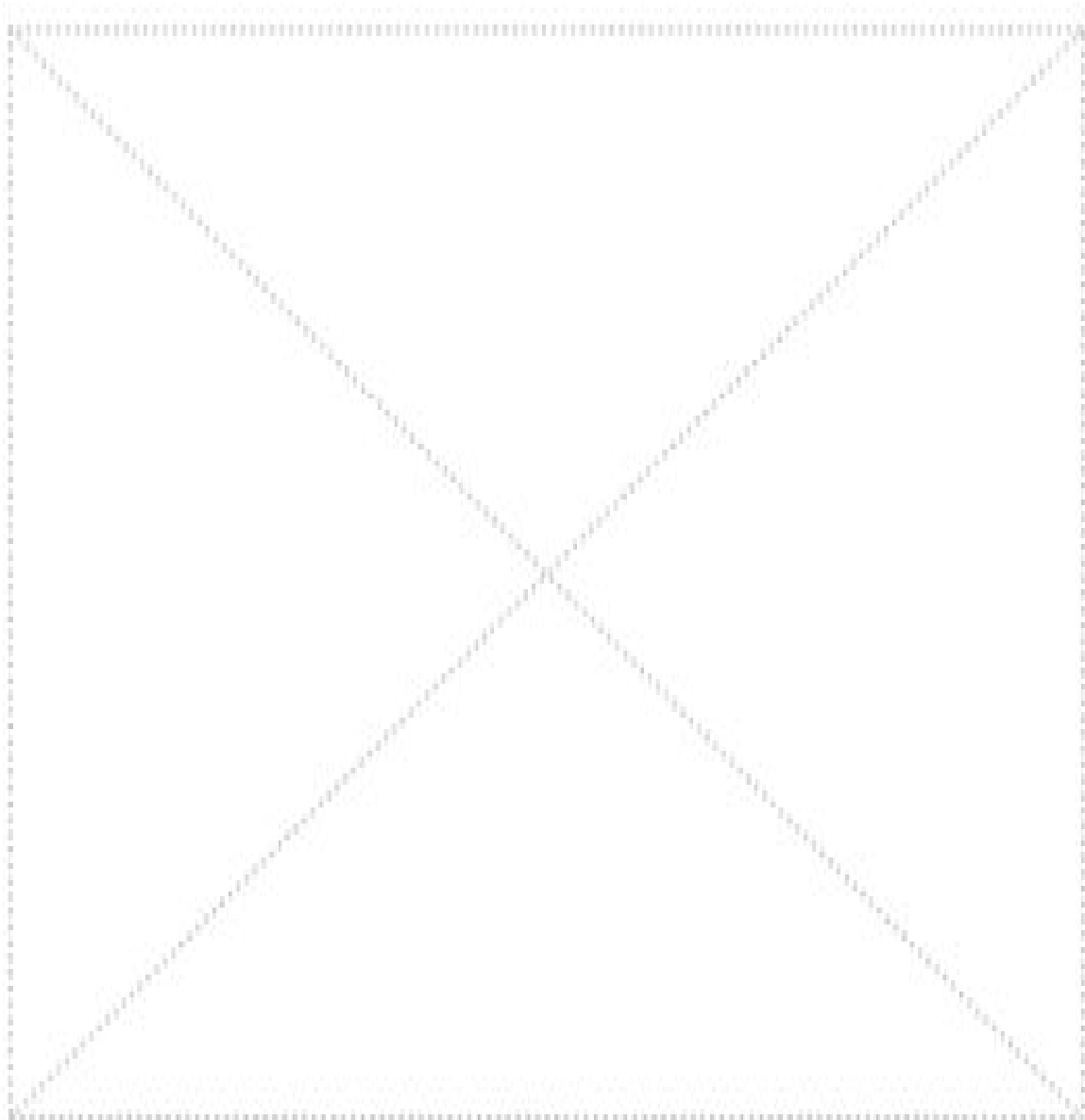
SWOT 분석 및 대응전략	기회(O)	위협(T)
	O1. 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대 정책 추진 O2. 과기부, 고령사회에 따른 치매극복, 중개연구 강화 등 투자방향 제시 O3. 세계 보완대체의료 및 보건의료 시장 고성장 전망 O4. 중국의 양로서비스 시장 확대, 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도 제고는 세계시장 견인 O5. 질병구조 변화에 따라 일상생활에서 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각 O6. 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 패러다임 전환 요구는 한의학 대응 가능 O7. 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구 활발	T1. 주요국의 보완대체의료에서 AI, 뇌과학 등 첨단기술 활용에 대한 관심 집중과 정부의 적극적인 개입은 한의학 경쟁력 확보 위협 T2. 지역적 불평등, COVID-19 이후 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 T3. 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 한방의료 이용 저조 T4. 중국은 디지털 기술이 견인하는 인터넷 의료서비스 중심의 정책 추진
강점(S)	SO 전략	ST 전략
S1. 잘 훈련된 한의학 분야 기초, 중개 연구자들의 연구 역량 S2. 한국한의학연구원 중심의 국내 한의 기반 연구역량 축적 S3. 보건의료분야의 빅데이터, AI 등 혁신기술 역량 발전 S4. 한의학의 전인적 접근은 근본 치료, 복합치료, 개인맞춤치료에 적합 * (한의학 특징) 최소침습적 치료, 개인특성/체질 고려, 건강상태 면역력 향상 유지에 오랜 경험과 임상근거 축적 S5. 한의학적 비약물 치료를 통해 정신질환 약물장기 부작용 문제 해결 가능	(SO1) 심신통합, 멀티성분, 멀티타겟의 전인적 건강 개념을 도입한 연구 개발 (SO2) 개인맞춤·예방·일상관리 중심의 질병구조 변화 대응 연구개발 (SO3) 한국한의학연구원 중심의 산·학·연·병 개방형 협력 체제 구축 (SO4) 치매극복, 기능유지 등 고령사회의 노인질환 수요에 대응하기 위한 전인적 관점의 연구개발	(ST1) 타분야와의 융합 확대를 통한 한의학 경쟁력 제고 (ST2) 첨단기술 활용을 통한 의료서비스 접근성 제고 (ST3) 한의학적 비약물치료법을 활용하여 증가하고 있는 정신질환 문제 해결
약점(W)	WO 전략	WT 전략
W1. 한의약산업 업체규모 영세로 자체적인 R&D 투자 어려움 W2. 한의사의 의료기기 사용에 대한 지속적인 논란 W3. 과학적 해석의 새로운 방법론 부족, 객관적인 진단 기준의 부족 W4. 한양방 협진 시범사업의 성과 미흡 W5. 세계 보완대체의료 시장에서 중의약은 한 분류로 평가되고 있으나, 한의학 미포함	(WO2) 한양방 융합가능한 연구주제 설정을 통한 전략적 집중 (WO3) 만성/난치성 질환 융합치료를 위한 'R&D-임상' 연계 연구 (WO4) 다양한 분야에 접목 가능한 기술개발을 통한 성과 제고	(WT1) 한의학적 연구방법론 과학화/표준화 (WT2) 연구 데이터 구축/활용을 위한 플랫폼 구축 (WT3) 민간 기술개발 지원을 통한 한의약 산업 경쟁력 제고 (WT4) 한의기기 발전을 위한 규제혁신 (WT5) 세계 대상 한의기술 효과 분석 연구개발

3. 사업 추진방향

사회 및 보건의료 현안을 해결하기 위해
한의학의 특징을 활용한 융합연구 핵심방향 설정

【 핵심방향 】

① 심신통합적 접근 및 다중요소기반 ② 개인맞춤 및 예방 ③ 융합기반구축



[그림 4-1] 사업의 주요 핵심방향 도출

1 핵심방향

- 한의학과 여러 분야 간 융합을 통해 보건의료 현안(기존 치료방법의 이슈 해결)과 미래사회(주요 미래질병 대비)에 대응

- (보건의료 현안) 기존 치료방법 이슈(수술 및 약물 장기복용에 따른 부작용 등)를 해결하기 위해 다중요소 기반의 새로운 접근*

* 질환부위를 직접 자극하지 않고, 상응하는 경혈부위를 활성화시켜 전체적 생체조절 가능

- (미래사회) 사회·환경 및 생활변화 등에 기인한 주요 미래질병*을 심신 통합적 접근과 환경 요인을 종합적으로 고려하여 대응

* 미래질병은 먼 미래에 발생할 새로운 질병이라기 보다 지금부터 준비해 나갈 필요가 있는 건강 이슈
* 처음 발생한 새로운 질병 뿐만 아니라, 발생률, 지역적 분포가 점차 증가하는 기존 질병도 포함
* 정신질환 치료제 장기복용 문제, 여러 장기 기능 저하로 심각해지는 노인성질환 관리 등이 해당

- ‘보건의료 및 사회적 현안’ 질환 중 한의학이 강점을 가지며, 미래질병인 3개 질환군(① 만성, ② 정신신경계, ③ 환경질환)에 집중

- 의료불평등 심화, 기존 치료방법의 한계에 봉착한 질환 및 사회·환경·라이프스타일 변화에 기인한 질환 급증

* 10만 명당 사망률 (1위)고혈압, (2위)심장질환, (4위) 뇌혈관질환, (5위)자살 [통계청 2019]
* (고혈압) 유병률/진료비 ('14) 25.4%/2.7조 → ('19) 27.2%/3.6조 [국민건강통계 2019]
* (우울증) 환자/진료비 ('15) 60.4만 명/2.7천억 → ('19) 79.8만 명/4.4천억 [국민건강보험공단 2020]
* (알레르기 비염) 환자/진료비 ('15) 1,505만 명/1.3조 → ('19) 1,610만 명/1.7조 [국민건강보험공단 2020]

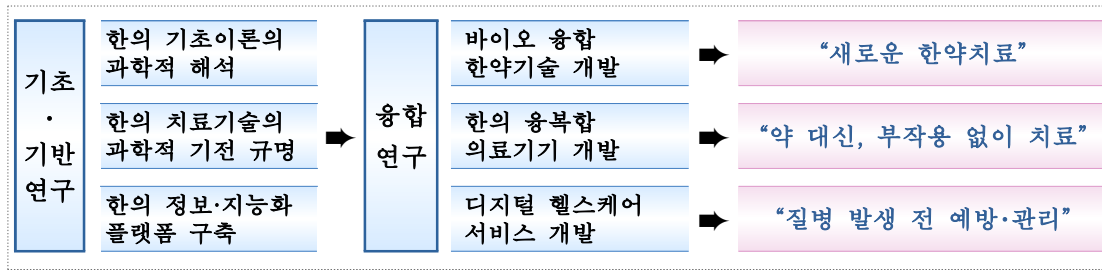
- 이중, 한의학이 강점을 가지고 있으며, 현재부터 준비해 나갈 필요가 있는 건강이슈와 미래질병에 집중 필요



- ① **만성질환** (고혈압, 당뇨, 심뇌혈관 질환, 만성 통증 등)
- ② **정신·신경계 질환** (우울, 불안, 스트레스, PTSD, 치매, 인지장애 등)
- ③ **환경성질환·감염병** (알레르기 비염 등 환경변화, 미세먼지 관련 질환 및 감염병)

② 발전전략 추진방향

□ 한의학의 발전과 보건의료 및 미래사회 현안 대응을 위한 ‘기초·기반연구’와 ‘융합연구’ 추진



[그림 4-2] 미래융합한의학 발전전략의 추진방향

○ (기초·기반연구) 한의학 발전 토대 마련 및 융합연구 본격화 기반 구축

- 한의학 기초이론을 현대과학적으로 해석하고 한의학적 진단·치료를 객관적으로 정량화하는 도구 개발
- 기존 치료기술의 임상적 유효성 검증이 아닌, 치료기술의 명확한 작용경로 등 치료기전을 과학적으로 규명
- 융합연구를 체계적으로 지원하기 위한 연구·임상·라이프로그 데이터를 수집·공유·활용할 수 있는 플랫폼을 구축

○ (융합연구) 질병 발생 전 ‘예방·관리’와 3개 질환군 중심으로 ‘새로운 한약치료’ 및 ‘약 대신, 부작용 없이 치료’를 위한 융합기술 개발

- (새로운 한약치료) 최신 바이오 기술간 융합연구로 3개 질환에 대한 새로운 치료 소재 및 한약을 개발
- (약 대신, 부작용 없이 치료) 기존 치료의 부작용, 거부감 등을 해소할 수 있는 대체기술로서 한의학 융복합 의료기기를 개발
 - * 고혈압, 약 대신 혈자리 자극으로 치료할 수 있는 작용기전 규명(KIOM & 대구한의대, '19)
- (질병 발생 전 예방·관리) 심신통합 및 다중 요소 기반의 한의학과 디지털 기술 간의 융합을 통해 예방·건강관리 서비스를 개발
 - * VR, AR, MR 및 라이프로그 데이터 활용 한의 기반 디지털 트윈 건강관리기술 개발

[참고] 미래질병(emerging diseases)과 환경성 질환

□ 미래질병(emerging diseases)

- 미래질병과 관련하여서는 **질병관리청의 미래질병대비과와 한국보건사회연구원 미래질병연구센터**에서 현황관리 및 대응을 하고 있음

※ 자료 : 미래질병과 건강 아젠다 발굴 및 대응 방안 연구(채수미, 윤강재 외, 2019)

- 미래질병은 먼 미래에 발생할 새로운 질병이라기보다 **지금부터 준비해 나갈 필요가 있는 건강 이슈**
- 처음으로 발생한 **새로운 질병뿐 아니라**, 이미 알려져 있었으나 **발생률, 지역적 분포가 점차 증가하는 질병도 포함**
- WHO는 건강위협요인으로 감염병과 비감염병 모두 지적, 실제 2019년에 발표한 10대 건강 위협요인으로 대기오염 및 기후변화, 비감염성 질환, 인플루엔자 국제적 유행, 취약한 환경, 항균성 내성, 에볼라 및 고위험성 병원균, 일차보건의료 취약성, 예방접종 거부, Dengue, HIV 등 제시
- **한국보건사회연구원 미래질병대응연구센터**에서는 미래질병과 관련해 주목할 만한 우리나라의 주요 여건 변화를 다음과 같이 제시(2020)

국내 여건 변화	주요 내용
초저출산 및 인구고령화 가속	● 인구고령화에 따른 노인 보건 문제 - 높은 노인 자살률, 만성질환 증가 등 ● 지속적인 출산율 감소: 가임 여성 1명당 출산율 0.98명('18)
신종 감염병 및 재출현 감염병의 국내 유입·유행	● 감염병 발생의 다양화: 법정감염병이 80종에서 86종으로 확대 ● 사스, 신종인플루엔자, 메르스, 코로나19 등 신종 감염병 창궐
환경부문 건강피해 증가 (기후변화, 미세먼지 등)	● 기후환경 변화의 가속화로 직간접으로 건강에 미치는 영향 증대 - 고농도 미세먼지 발생 증가, 고온 극한현상 발생 등
4차 산업혁명에 따른 보건의료분야 대응 변화	● 4차 산업혁명에 대한 관심 증가 - 의료분야에서 인공지능, 유전자 치료, 로봇공학이 빠르게 확장 ● 4차 산업혁명에 따른 새로운 근로형태 발생, 가상현실 중독, 기술발달에 따른 위해물질 발생 등 새로운 건강문제 발생 가능성

※ 자료 : 미래질병과 건강 아젠다 발굴 및 대응 방안 연구(채수미, 윤강재 외, 2019)

[참고] 미래질병(emerging diseases)과 환경성 질환

□ 환경성 질환

○ 환경보건법에 따라 아래 각 호의 질환으로서 감염질환이 아닌 것

- 수질오염, 화학물질, 대기오염물질 및 환경오염 사고 등으로 인한 질환

환경보건법 시행규칙

제2조(환경성 질환의 종류) 「환경보건법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제2호에서

“환경부령으로 정하는 질환”이란 특정 지역이나 특정 인구집단에서 다발하는 다음 각 호의 질환으로서 감염질환이 아닌 것을 말한다.

1. 「물환경보전법」 제2조제7호에 따른 수질오염물질로 인한 질환
2. 「화학물질관리법」 제2조제7호에 따른 유해화학물질로 인한 중독증, 신경계 및 생식계 질환
3. 석면으로 인한 폐질환
4. 환경오염사고로 인한 건강장해
5. 「실내공기질 관리법」 제2조제3호에 따른 오염물질 및 「대기환경보전법」 제2조제1호에 따른 대기오염물질과 관련된 호흡기 및 알레르기 질환
6. 가습기살균제[미생물 번식과 물때 발생을 예방할 목적으로 가습기 내의 물에 첨가하여 사용하는 제제(製劑) 또는 물질을 말한다]에 포함된 유해화학물질(「화학물질관리법」 제2조제2호의 유독물질로 고시된 것만 해당한다)로 인한 폐질환

○ 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025, 범부처합동)에서는 환경성 질환 외에 기후 및 환경변화에 따른 신종감염병, 정신건강, 심뇌혈관 질환 등을 새로운 건강 위협으로 포함

- 기후 및 환경 변화에 따른 신종 감염병 발생 가능성 증가
- 폭염·대기오염 등에 따른 새로운 질환으로 정신건강 질환 증가
- 기후변화에 따른 대기오염 악화로 추가적 질병 부담 예상

건강부문 리스크

구분	번호	리스크명
감염병	H01	기온 상승에 의한 매개체 질환 증가
	H02	기온 상승에 의한 수인성 질환 증가
	H03	기후·환경변화로 인한 신종 감염병 발생 증가
건강질환	H04	대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
	H05	기온 상승에 의한 뇌혈관계 질환 증가
	H06	기온변동폭 증가로 인한 심뇌혈관 질환 증가
	H07	기상재해로 인한 정신건강 질환 증가
	H08	대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
	H09	대기오염에 의한 정신건강 질환 증가
	H10	기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
	H11	폭염에 의한 정신건강 질환 증가
	H12	폭염에 의한 신장질환 증가
	H13	폭염에 의한 온열질환 증가

[참고] 고혈압, 약 대신 혈자리 자극으로 잡는다(2019)

□ 추진배경

- 현재 고혈압 치료는 약물을 매일 복용하는 것으로 부작용 위험 및 지속적인 관리 부담 존재
 - * 한국인 고혈압 유병률(26.9%), 환자(4명 중 1명 꼴, 천백만 명 이상 추정), 그 중 65%는 최소 1가지 이상 만성질환 동반('17년 질병관리본부 국민건강영양조사)

□ 연구개요 및 성과

- (연구기관) 한의학(연), 대구 한의대
- (주요내용) 고혈압에 활용되는 침치료에 주목해 내관혈* 주변 정중신경 자극의 혈압 강하 효과와 작용기전을 규명하는 임상시험 수행
 - 약물치료 경험이 없는 1단계 고혈압 환자 11명을 대상으로 내관혈 주변 정중신경에 전기자극**을 실시
 - * 내관혈(內關血) : 심장질환과 혈압 강하에 효과에 있다고 알려진 혈자리
 - ** 피험자들에게 내관혈 주변 정중신경에 전극 간 거리(2cm, 4cm, 6cm)와 전극 신호(10Hz, 30Hz, 100Hz, 300Hz) 등을 달리해 30분간 전기 자극을 주며 4차례 혈압 측정
- (성과) 내관혈 주변 전기 자극 시 나타나는 혈압 강하 효과를 확인하고, 이에 대한 작용기전**을 규명



- * 전기 자극 치료(전극간 거리 4cm, 전극 신호 10Hz)를 주 1회 지속 받은 환자의 경우, 4주차 때 혈압이 평균 155mmHg에서 140mmHg로 떨어졌고, 효과가 14주 유지
- ** 정중신경 부위 신경섬유 활동성 측정 결과, 전기 자극이 C섬유를 활성화시킴(C섬유 활성 작용제(캡사이신) 활용 추가실험 결과, C섬유 활성화 시 혈압 강하가 유발)

□ 향후계획

- 약물투여 없이 일상에서 고혈압 조절이 가능한 웨어러블 디바이스 개발 등 후속연구 추진 예정

[참고] 서비스와 의료기기 개념 및 구분

- (서비스) 임상시험승인이나 의료적 중재가 없이도 개인(일반인)이 주체가 되어 질병의 진단·치료보다는 일상건강관리를 할 수 있는 서비스 영역
- (의료기기) 질병의 예방, 진단, 치료, 관리 등 전문의료인의 영역으로 의료기기 사용을 위한 임상시험승인, 의료적 중재 및 의료보험수가가 필요한 영역

구분	서비스	의료기기	비고
연구범위	건강관리 중심	진단/치료 중심	
활용장소	주로 가정	병원 (임상현장)	
활용주체	자가관리 중심	의료적 중재 중심	
정부규제	임상시험 승인 불필요	임상시험 승인 필요	
의료보험 수가	미반영	반영	
솔루션 형태	주로 소프트웨어	주로 하드웨어, SaMD	

※ 디지털 치료제는 소프트웨어 형태이나 식약처 승인 대상이므로 의료기기로 분류

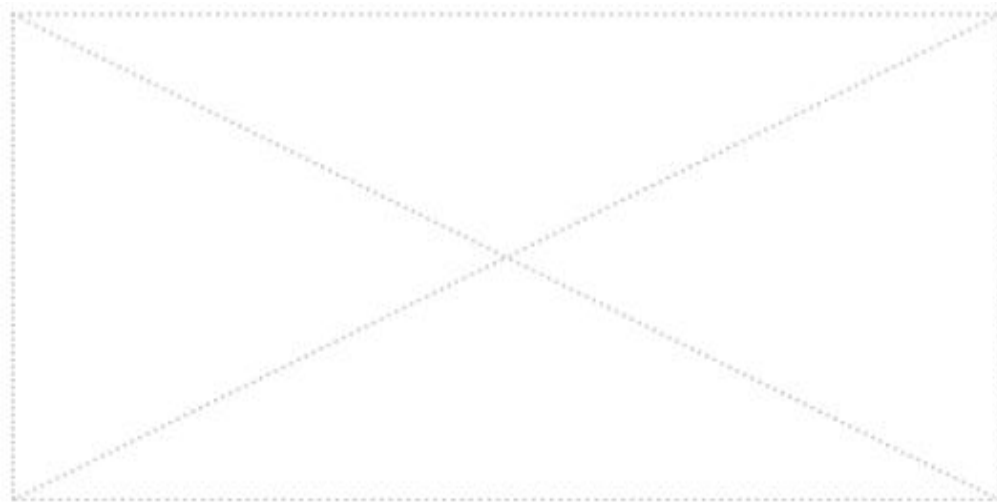
* SaMD(Software as a Medical Device)는 의료기기로 분류

※ 원격의료의 경우에는 구분이 모호한 면이 있음 (① 원격수술, ② 원격치료, ③ 원격진료 ④ 원격 모니터링)

* ① 원격수술과 ② (기기나 치료도구를 활용한) 원격치료는 의료기기에 해당

* ② 원격진료와 ③ 원격모니터링은 구분이 모호함. 활용주체나 정부규제로 보면 의료기기에 해당할 수도 있으나, 내용적 측면에서는 서비스의 성격에 가까움

※ 치매안심센터는 의료기관이 개입하지만 의료보험 수가 없기 때문에 헬스케어 서비스 항목에 해당. 이와 같이 수가 가능 여부도 서비스와 의료기기 구분하는데 기준임

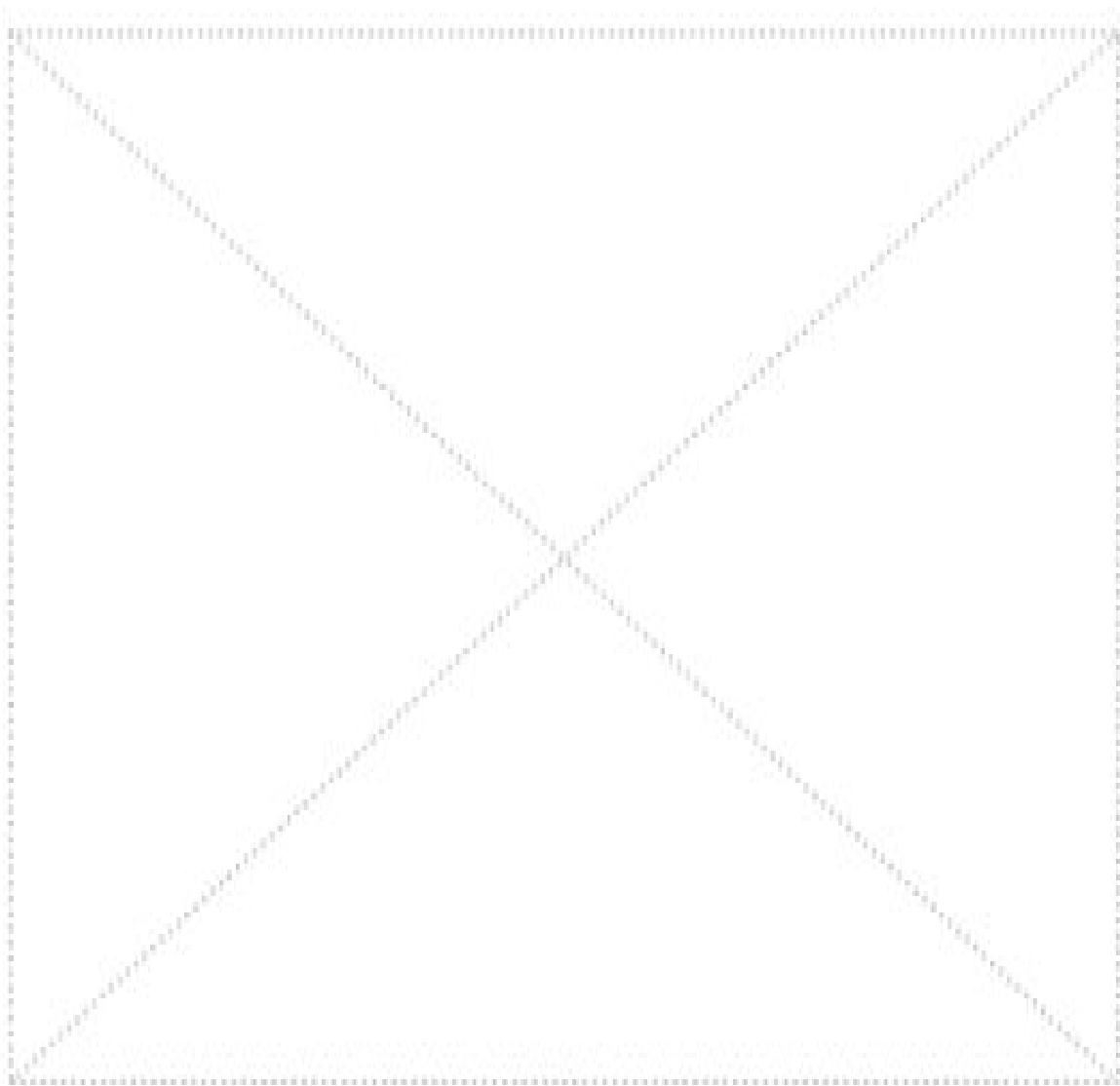


※ 그림에서는 원격의료와 디지털 치료제가 임상의료행위에 포함됨

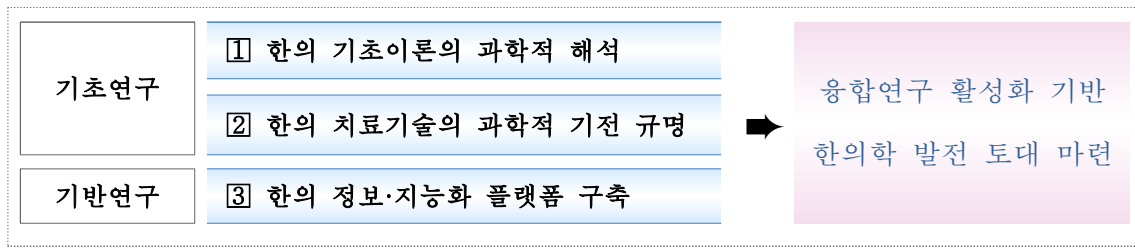
제2절 미래융합한의학 비전 및 전략 체계

미래융합한의학

보건의료와 사회적 현안을 해결하기 위해
전인적 관점 기반의 한의학과 다양한 지식·기술 간 융합으로
미래 기초·원천기술을 창출



□ 기초·기반연구



[그림 4-3] 기초·기반연구의 주요 전략 방향

- 한의 기초이론과 진단·치료를 현대과학적으로 해석하는 기초연구
 - 한의학 기초이론(생리병리, 경혈경락, 한약 등)을 현대과학적으로 해석·규명하고, 한의 진단을 표준화하고 병증과의 관계를 과학적으로 규명
 - 한의학이 강점을 가진 질환과 미래질환(Emerging Diseases)에 대응이 가능한 한의치료기술의 과학적 기전 규명
- 융합연구에 필요한 정보를 수집·공유·활용하는 플랫폼 구축의 기반연구
 - 한약 기반의 오믹스 데이터, 경혈자극 연구 및 라이프로그 데이터 등 정보 수집
 - 연구, 임상 및 고문헌 데이터 등 한의학 관련 데이터를 통합하고 분석·활용하는 플랫폼

□ 융합연구

- 한의학과 최신 바이오 기술 기반의 새로운 융합 한약기술 개발
 - 바이오마커, 줄기세포, 오가노이드, 마이크로바이옴 등 바이오 기술과 융합한 융합소재·한약 및 이를 산업화하기 위한 플랫폼 기술 개발
- 약 대신, 부작용 없이 치료 가능한 한의 융복합 첨단 의료기기 및 질병 발생 전 예방·관리를 위한 디지털 헬스케어 서비스 개발
 - 심신통합적이며 다중요소 기반의 한의학과 최첨단 ICT·디지털 기술 간의 융복합을 통한 의료기기 및 디지털 헬스케어 서비스 개발



[그림 4-4] 융합연구의 주요 전략 방향

제5장 추진전략별 주요 내용

제1절 (기초기반-전략1) 한의 기초이론의 과학적 해석

1. 추진 배경 및 필요성

☐ 생리병리 및 한약 이론

- 신약개발의 막대한 자원부담에 따른 약물 재창출 연구에 대한 요구가 증대하고 있는 가운데, 한의학적 특성에 대한 과학적 연구성과에 기대감 고조
- 반면, 한의 생리/병리 기전, 한약이론 등 한의이론에 대한 현대과학적 규명이 부족하고 개념 및 설명도 상이하여 의사소통 및 신뢰도 제고에 어려움 존재

☐ 한의학에 대한 과학적 해석 및 객관적인 진단기준 부족으로 신뢰도 저하

- 그간, 한의학의 기전/임상 연구를 통해 한의약 산업화 기술 및 표준진료지침 등의 일부 성과를 창출해 왔으나, 과학적 해석 및 객관적인 진단기준의 부족은 한의학의 신뢰도 제고에 걸림돌로 작용
- 그러나 한의학 이론 및 기술 특성을 현대과학적으로 해석하기 위한 노력과 새로운 연구방법론이 부족하고, 맥진기/설진기 개발 등을 통해 맥(脈), 설(舌) 등 일부 생체지표 측정에 노력해 왔으나, 객관적인 진단기준을 위한 생체지표 표준화 부재

☐ 경락경혈이론

- 인구 고령화에 따른 만성질환 증가와 복합병증 환자 증가는 약물의 다중 및 복합 사용으로 이어지면서 약물간 상호작용으로 발생하는 부작용 증가
 - 이러한 약물의 다중 및 복합 복용은 전체 사용량 증가와 함께, 의료비용에 대한 사회적 부담도 가중
- 약물사용의 증가 없이 복합질환 또는 복합 증상을 동시에 개선할 수 있는 침구치료 기반 기술, 정량적 평가 기술 부재로 인한 침구치료 근거 제시 어려움
 - 복합질환 또는 복합증상에 대해 다중시스템을 타겟으로 하는 경락경혈 기반 침구치료에 대한 실질적인 연구 부재
 - 침의 강도, 빈도에 따른 보고와 임상 간 차이가 존재하여 침구치료에 대한 정량적으로 평가하여 근거를 보여줘야 하나, 아직은 침구치료기술의 정량적 평가기술 부재
- 약물사용의 증가 없이 복합질환 또는 복합 증상을 동시 개선할 수 있는 기술개발을 위해 경락경혈 기반 다중시스템 조절 원리 규명이 필요하나, 아직까지 개별 연구수준으로 진행되고 있어 대규모 지원 필요

- 타 학문분야에서 생각하거나 접근하기 어려웠던 새로운 방법을 접목함으로써 인체/생리학적 조절 원천기술을 빠르고 효율적으로 발굴하여 해당 분야에서 경쟁력 확보 가능
- 미래사회의 의료수요에 대응하고 의료기기 분야에서 경쟁력을 확보하기 위해 침구치료 효과·효능을 제시할 수 있는 기술개발 필요

□ 진단·치료 표준화

- 생체지표를 정량·객관적으로 평가할 수 있는 진단기준이 부재하여 한의사의 감각에 의존하는 등 진료 표준화에 한계
 - 그간, 한의학의 기전/임상 연구를 통해 한의약 산업화 기술 및 표준진료지침 등의 일부 성과를 창출해 왔으나, 과학적 해석 및 객관적인 진단기준의 부족은 한의학의 신뢰도 제고에 걸림돌로 작용
- 그간 맥진기/설진기 개발 등을 통해 맥(脈), 설(舌) 등 일부 생체지표 측정에 노력해 왔으나, 혈당 등 현대의학에 활용하는 진단/예측 지표에 비해 맥(脈), 설(舌) 등 한의학의 진단지표는 정량적 해석 기준은 여전히 미흡하고 객관적인 진단기준을 위한 생체지표 표준화 부재, 현대과학적 해석을 위한 새로운 연구방법론 부족

2. 국내외 기술동향

- (경락경혈 이론) 국내외에서 일부 다중시스템 연구가 진행되고 있으나, 다양한 경혈 특성, 임상경험 반영은 미흡하고 국내의 경우 개별 연구자 수준에서 진행되고 있어 효과적인 성과 확보에 한계
 - 미국을 비롯한 해외에서는 일부 경혈자극의 신경경로를 제시하는 연구가 다수 보고되고 있으나, 다양한 경혈특성과 임상적 경험 미반영
 - 예를 들어 미국에서 족삼리 경혈자극의 신경전달 경로 규명, 경혈 전침치료의 함염증 효과에 대한 신경경로 규명 등 연구 발표(2021, 2020, 2014년 발표), 대만에서 내관혈 전침자극의 진통효과에 대한 신경경로 규명(2018) 등 발표
 - 그러나 이러한 연구들은 일부 신호전달 경로를 규명하는데 그치고 있고, 다양한 경혈특성과 임상적 경험을 반영하지 못하고 있음
 - 특히, 전인적인 인체에서 새로운 신호전달 시스템을 규명하기 위해 뇌-신경 시스템, 면역-내분비, 자율신경-내장-장내미생물 등 다양한 인체 시스템 연구가 필요하나 아직은 단편적인 신경 위주의 연구만 진행되고 있음
 - 국내에서는 통증과 동반 우울증 또는 인지장애의 후성유전학 또는 신경가소성 조절 연구 등 일부 진행되고 있으나 개별 연구자 수준에서 이루어지고 있는 수준
 - 특히, 경혈의 양방향 조절 효과 연구*에서는 타분야 융합연구, 연구성과의 임상연계 등 대규모 연구가 필요하나 개별 연구자 수준에서 진행되고 있음

* 예시: 신문혈의 중독 및 금단증상 동시 조절 효능, 양릉천혈의 파킨슨병 운동기능 개선 및 레보도파 부작용 동시 조절 효과 등

□ (한약이론) 중국에서는 멀티오믹스 기반 한의처방이론 규명, 약증분석 연구에 적극적이나, 국내에는 아직 개별연구 수준에 불과

○ 중국은 오믹스 기반 한의변증·한약약리 효능을 규명하는 학문을 ‘Chinmedomics’라고 명명, ’20년 최고의 기술로 선정하는 등 국가차원에서 대대적으로 해당 연구육성에 노력

○ 그러나 한국에서는 개별연구 차원에서 한약의 다중시스템 효능 규명 연구가 시도되는 수준으로 대규모

□ (진단·치료 표준화) 침치료 효과에 대한 정량화 기술개발과 관련해서는 해외에서는 전침의 강도 및 빈도에 따른 치료효과 연구, 침치료 기전을 활용한 의료기기 개발 등이 활발히 진행되고 있는 반면, 국내 지원 미비

○ 미국에서는 전침의 강도에 따른 효과 및 기전 차이*를 2020년에 발표, 전침의 빈도에 따라 다른 종류의 내인성 오피오이드 수용체가 관여하며 이러한 차이가 각기 다른 치료효과와 관련된다는 결과를 도출함

* 0.5 mA 전침은 항염증, 부교감신경 경로 조절, 3.0 mA 전침은 교감신경 경로 활성화

- 이외에도 침치료 기전과 관련된 부교감신경 자극기술을 의료기기로 개발 진행 중

○ 국내에서는 척수신경신호의 증가와 침치료 효과의 강화를 유도하는 연구가 이루어졌으나, 후속 연구에 대한 아무런 지원이 없어 답보 상태

3. 추진 방향 및 전략

□ 한의학 기초이론의 현대과학적 해석 및 규명

○ 한의학에서 제시하고 있는 생리·병리이론을 서양의학의 생리·병리 기전 또는 물리·화학 및 생물학적 접근을 통해 현대과학적으로 해석

○ 경혈경락이론에 따른 인체의 다중 시스템(뇌 신경, 장기 연계) 조절 및 전달경로(말초, 혈액, 전신적)를 과학적으로 검토하고 해석

○ 한약이론(군신좌사, 칠정 등)에 기반하여 다중 성분을 분석하고 효능을 정량적으로 해석할 수 있는 지표 개발

□ 한의 진단·치료의 표준화 및 과학적 해석

○ 한의 진단예측을 위한 진단지표를 과학적 물리량으로 정량화

- 한의학의 진단요소를 객관적인 물리·화학적 언어로 변환하고, 이를 통해 진단결과와 병증과의 관계를 과학적으로 규명

4. 주요 연구내용

<표 5-1> 「한의 기초이론의 과학적 해석」(기초기반-전략1)의 중점분야 및 내용

중점분야	과제명	주요 내용
한의학 기초이론의 현대과학적 해석 및 규명	◦한의 생리병리 이론의 과학화	◦특정 약물에 대해 눈과 간 연결되어 있는지에 대해 추적하여 증명하는 연구
	◦경혈경락 기반 인체 다중 시스템 조절 원리 규명	◦다중 시스템 조절 관여 뇌 신경회로 및 조절 원리 규명 ◦경혈-뇌-신경·내분비-장기 연계 조절 원리 규명
	◦경혈경락 침구자극 전달 경로 규명 연구	◦경혈경락 기반 신경학적(중추, 말초) 전달경로 규명 ◦경혈경락 기반 비신경학적(혈액전달, 전신적) 전달경로 규명
	◦멀티오믹스 기반 다빈도 한약의 약증 과학화 연구	◦한약의 다성분 프로파일링 데이터 구축 ◦AI를 통해 한의정보(침정, 귀경)에 따른 화학적 특성 분류
	◦한의처방 구성이론(군신좌사, 칠정 등)의 과학화	◦한의처방 구성이론 기반 다성분 프로파일링 데이터 변화 분석 ◦한약 성분·생리활성과 효능 간 상관 분석으로 투약 기준 모델링
	◦한약의 인체 다중 시스템 조절원리 및 약증 규명	◦처방-다중시스템 변화 모델 개발로 다중시스템 조절원리 규명 ◦약증 분석 위한 멀티오믹스 데이터 패턴 및 바이오마커 발굴
한의진단·치료의 표준화 및 과학적 해석	◦스마트 한의진단 및 예후 평가 기술 개발	◦영상, 액체생검을 이용하여 한의 진단 및 치료의 예후를 평가하는 기술
	◦한의 침구기술의 정량화 및 표준화	◦침구치료에 영향을 미치는 요소(자극 강도·빈도, 경혈특이성)의 생리학적 특성 규명 및 심화 연구

5. 사업 규모(안) : 과제당 예상 규모

☐ 과제당 연구기간 및 연간 예산 규모

- 과제당 최소 5년 이상의 연구기간을 필요로 하며 연간 15억원에서 20억원 연구비 소요

☐ 과제당 투입 인력자원

- 과제당 최소 16명(석사급 10명, 박사급 6명)에서 최대 26명(석사급 16명, 박사급 10명) 예상

6. 기대효과

☐ 사회적 효과

- 복합병증, 통증관리 등 만성질환 증가와 함께 발생하는 다양한 질병 수요에 있어서 동 전략에서 제공하는 기술들은 기존 현대의학으로는 세심하게 다루지 못하는 솔루션을 제공함으로써 국민 보건의료 서비스 질 향상
- 멀티오믹스 기반 한의처방 이론 규명 및 약증 분석연구는 최종적으로는 약물재창출, 한의 맞춤형료 등에 제약산업 및 의료서비스 개선을 위해 활용될 수 있을 것으로 기대

□ 경제/산업적 효과

- 한의치료 효과에 대한 객관적인 근거를 제시함으로써 한방의료 이용 활성화에 기여하고, 의료기기 개발 원천기술 확보로 인한 경제적 이익 창출
- 또한, 동 전략에서 제시하는 기술들을 의료서비스 제공에 적절하게 활용함으로써 의료비 지출에 대한 비용경감 효과도 기대

제2절 (기초기반-전략2) 한의 치료기술의 과학적 기전 규명

기존 치료기술의 임상적 유효성 검증이 아닌,
치료기술의 명확한 작용경로 등 치료기전을 과학적으로 규명

1. 추진 배경 및 필요성

□ 만성/난치성 질환

- 퇴행성 뇌질환, 파킨슨병, 난임 등 만성난치성 질환에 대한 발병률 계속 증가
 - 특히, 퇴행성 뇌질환과 같이 고령화와 함께 발생하는 질병의 경우 환자뿐만 아니라 가족의 삶의 질 저하에도 큰 영향을 미치고 있음
 - 난임 환자의 경우 매년 평균 5% 수준으로 꾸준히 증가함에 따라 저출산 문제 가중⁹¹⁾
- 복잡하고 불명확한 병인으로 인한 만성/난치성 질환은 최근 한의 치료의 유효성에 대한 과학적 근거 확보 미흡, 다중요인으로 발생하기 때문에 전인적 관점의 치료기술 필요
 - 난임의 경우, 다양한 요인으로 난임이 발생하고 있으나 기존의 정형화된 치료방법으로는 해결하기 어려운 한편, 최근 난임 치료에 대한 임상사례 및 메타분석 결과에서 한의치료를 유효성을 확인할 수 있으나 이에 대한 과학적 기전연구 미흡
 - 파킨슨병의 경우, 운동증상과 함께 인지장애가 함께 나타나는 질환으로 주로 운동증상을 타겟으로 한 연구만 이루어져 있는 상태로 두 증상을 동시에 파악할 수 있는 기술 부족
- 한의치료를의 효능 근거 제시뿐만 아니라, 다중요인 또는 여러 질환이 동시에 발생하는 만성/난치질환에 대해 전인적 관점에서 근본적 치료기술 개발 필요
 - 증가하고 있는 만성/난치성 질환은 심각한 사회적 문제를 야기하고 있어 이러한 질환들의 근본적인 기전 규명을 토대로 치료할 수 있는 기술개발 시급

□ 환경성/감염성 질환

- 세계적으로 기후변화, 대기오염, 감염성 질환 등으로 인한 미래질병 관리에 소요되는 보건 의료비 계속 증가 전망
 - 전세계적으로 폭염으로 인한 심혈관 질환 사망자수, 응급실 내원 환자 수, 병원 입원을 및 열 관련 질환 이환율 증가- 과도한 자외선 노출로 2000년에 대략 1,500만 DALYs(세계 총 질병부담의 0.1%) 손실과 6만명의 조기사망자 발생(제4차 IPCC 보고서)
 - COVID-19의 장기화로 변이가 꾸준히 발생하고 있어 감염성 질환에 대한 수요도 지속
- 환경성/감염성 질환은 인체의 면역체계와 연결되는 질환들이나 아직까지 이를 제어할 수 있는 기술이 부족하고, 특히 COVID-19 이후 감염성 질환의 치료 및 예방의 중요성으로

91) 국민건강보험공단, 건강보험심사평가원, 건강보험통계연보, 2017

한의학적 방법에 대한 기대가 있으나 과학적 근거 부족

- 환경성 질환, 감염성 질환에 적용될 수 있도록 한의학 치료 효능에 대한 과학적 기전 규명을 통해 객관적인 근거 확보를 위한 기술개발 필요

□ 정신/신경계 질환

- 전세계적으로 환경변화, 생활습관 변화에 따른 피부질환 환자가 급증하고 있으나 우울증 등 정신질환을 동시 경험하는 환자 수 증가 추세
 - 전세계 인구 중 약 2% 건선 피부병을 앓고 있는데, 이는 단순 피부병이 아니라 전신질환으로 면역체계 이상으로 발병하는 것으로 알려져 있으며, 건선환자의 60%는 아토피 환자, 이중 10%는 우울증 등 정신질환 동시 경험
 - 아토피 피부염 치료제 세계시장은 2017년 47억 달러에서 2023년에는 55억 달러에 이를 것으로 전망되고, 건선치료 시장 역시 2018년 1.8억 달러에서 2026년 3.8억 달러로 급성장 전망
- 정신계 질환과 동시 진행되는 복합질환의 경우, 약을 병용 투여하는 등의 치료방법을 적용하고 있으나, 대부분 호전과 악화를 반복하다가 중증화, 난치화로 이어짐
- 난치성 피부질환과 같이 불안장애, 우울증, 신경장애 등 정신질환과 함께 유발되는 질환에 대해 병행하는 질환을 동시 조절할 수 있는 기술개발 필요

2. 국내외 기술동향

- (만성/난치성 질환) 난임 등과 같은 질환치료에 한약치료의 임상사례가 보고되고 있으나, 아직은 국내외 모두 기전규명 연구를 시도하고 있는 수준으로 아직 연구성과로서는 부족한 상황
 - 미국, 중국 등 주요국에서는 난임에 대한 한약 치료 적용사례가 보고되고 있으나, 주로 클로미텐(배란유도제), 시험관 수정 등의 치료법만 규정되는 실정
 - 최근 우리 정부에서 지원한 ‘한방 난임부부 지원사업’ 등을 통해 임상 적용사례가 증가하고 있으나, 과학적 기전 규명은 여전히 미흡하여 치료효능 근거 제시 어려움
 - 퇴행성 뇌질환의 경우, 중국에서 관련하여 한약의 효능 연구를 보고하고 중서의 통합서비스를 통해 임상에서 활용
 - 파킨슨병 기전에 대해서는 하버드 의대 연구팀의 미주신경-부신축 조절을 통한 침치료의 전신염증 억제효과에 대한 신경과학적 기전규명(Nature 2021, Neuron 2020, Nature Medicine 2014), 중국과학원에서 침치료에 따른 신경세포의 자가포식작용 증진 등을 밝힌 기전연구(Scientific Reports 2016)가 있으나, 그 외 알려진 성과는 없는 상황
 - 우리나라도 경희한의대 연구팀에서 파킨슨병 동물모델을 통해 침치료 효과기전 연구가 진행 중이나, 이외에 한약의 효능 연구만 보고되고 치료기전에 대한 과학적 규명은 미흡

- (환경성/감염성 질환) 중국에서는 이미 중의학 및 양한방 협진을 기반으로 감염성 질환 치료제를 개발하고 있으나, 우리나라는 환경성/감염성 질환에 대한 한의학 적용은 초기단계
 - 중국의 경우 정부 주도로 중의학 및 양한방 협진 병원을 기반으로 감염병에 대한 처치 및 연구를 수행하고 있으며, 90% 이상의 감염병 환자가 중서의결합 치료를 제공받고 있음
 - 또한, 중의약을 활용하여 감염성 질환치료를 위한 신약 개발 등이 활발히 진행되고 있으며, 실제 투유유 박사가 개뿔쑥으로부터 말라리아 감염성 질환 치료 성분인 아르테미시닌을 발견하여 '15년에 노벨생리학·의학상 수상
 - 국내에서는 기후변화와 관련하여 한의학적 개념과 한약 적용은 이루어지고 있으나, 과학적인 효능 기전 연구는 초기단계임
 - 아직까지 감염병에서 한방치료 활용율은 극히 낮으며 실제 한방치료는 배제되는 상황으로, 이는 임상에서의 활용근거를 제공하지 못하고 있기 때문임
- (정신/신경계 질환) 해외에서 난치성 피부질환과 관련해서 침치료 등에 대한 신경과학적 기전 규명, 면역학적 기전 규명 등의 연구가 이루어지고 있으나, 아직까지 침자극의 직접적 연관성 규명은 부족하고 심신통합조절 기전에 대한 연구는 전무
 - 난치성 피부질환과 관련하여 하버드 의대에서 미주신경-부신축 조절을 통한 침치료 전신염증 억제 효과의 신경과학적 기전 규명(Nature 2021, Neuron 2020, Nature Medicine 2014)
 - 중국 후베이 중의대의 경우 mast cell degranulation 억제, 각종 cytokine 조절 등을 통한 면역학적 기전(Acupuncture in Medicine 2019, Inflammation 2017, 2018) 연구
 - 국내에서는 경희한의대를 중심으로 침치료의 효능을 재현성 있게 확인하는 연구가 이루어졌으나, 아직 분자, 세포, 신경회로 수준에서 명확히 규명되지 않았고 심신통합조절 기전 연구도 부재

3. 추진 방향 및 전략

- 한의학 강점 질환에 대한 치료기술의 과학적 기전 규명
 - 한의학은 오래전부터 근골격계질환 치료에 강점을 보유, 신체 전반적인 관찰과 치료 등 전신의 조화에 중점을 두고 치료
 - 고혈압, 당뇨 등 만성·난치성질환에 대한 치료를 환경 호르몬, 식습관 변화 등 다양한 요인에 기반하여 접근
 - 우울증, 수면장애, 약물중독, ADHD 등 정신·신경계 질환을 경혈자극을 통해 부작용 없이 예방 및 관리하고 치료

□ 미래질병(Emerging Diseases) 대응 한의치료기술의 과학적 기전 규명

- 저출산율, 고령화에 따른 난임 및 노인성질환이 미래질병으로 대두, 유전적·환경적 요인, 일상 및 체질 등 다중요소를 고려하여 치료
- 기후변화 등 환경성 질환과 감염병에 대한 대응 요구가 증가, 중국과 같은 전통의학 보유 국가는 이를 활용한 융합적 접근을 시도 중
 - 최근 사회적 현안 해결 측면에서 신종 전염병의 세계적 확산으로 고령층의 백신 접종 부작용, 두려움 문제가 발생하고 있어 감염병에 대한 면역기능 강화에서 한의학의 효과에 대한 입증 필요
 - ※ (예시) 고령화 쥐들을 모델로 백신과 한약(십전대보탕 등)에 대한 감염병 연구를 통해 부스터 샷 기간을 늘리거나 백신 부작용을 낮출 수 있는 기술개발

4. 주요 연구내용

<표 5-2> 「한의 치료기술의 과학적 기전 규명」 (기초기반-전략2)의 중점분야 및 내용

중점분야	과제명	주요 내용
한의학 강점 질환에 대한 치료기술의 과학적 기전 규명	◦퇴행성 뇌질환 극복 한약치료의 효능 기전 규명	◦퇴행성 뇌질환 치료에 대한 한의학적 변증 해석·분석 ◦퇴행성 뇌질환 치료 효능의 생체 내 작용 기전 분석
	◦파킨슨병 침치료 효과의 신경과학적 기전 규명	◦경혈에서 뇌까지의 신경전달 회로 및 기전 규명 ◦뇌에서 침치료 효과를 매개하는 핵심 신경세포 규명 및 분자·회로 수준 기전 규명
	◦경혈경락 기반 난치성 피부 질환의 심신통합 조절기전 규명	◦경혈 기반 뇌·척수신경세포 활성 조절 현상 규명 ◦피부증상 개선의 분자/세포/신경회로 수준 기전 규명
	◦한약, 경혈 기반 뇌과학·멀티 오믹스 기전 규명	◦자기공명영상을 이용한 한의 치료기전 연구 ◦뇌과학 기술을 이용한 한의 치료기전 연구
	◦경혈 기반 고혈압 강하 효과 및 작용기전 규명	◦고혈압 치료 약물 부작용 및 지속적인 관리 부담 해소 ◦경혈자극을 통해 혈압 강하 효과와 작용기전 규명
미래질병 대응 한의치료기술의 과학적 기전 규명	◦난임 질환 극복 한약치료의 효능 기전 규명	◦난임치료에 대한 한의학적 변증 해석 및 분석 ◦난임치료 효능에 대한 생체 내 작용 기전 분석
	◦기후환경 변화 및 감염병 질환 대응 한약 기전 규명	◦환경성질환의 한의학적 변증 해석 및 분석 ◦환경성 질환에 대한 한약의 작용기전 시스템 구축·분석

5. 사업 규모(안)

☐ 과제당 연구기간 및 연간 예산 규모

- 과제당 최소 5년 이상의 연구기간을 필요로 하며, 연간 최소 1억원에서 최대 10억원까지 다양한 과제 구성 가능

☐ 과제당 투입 인력자원

- 과제당 최소 2명의 연구팀부터 최대 12명 연구팀까지 투입될 것으로 예상(박사급 인제는 1-4명, 석사급 1-5명 예상)

6. 기대효과

☐ 사회적 효과

- 만성난치성 질환치료에 대한 국민건강 의료비 절감에 기여하고, 다양한 치료법 개발로 의료서비스의 질적 제고 가능
- 미래질병 등 새로운 치료기술 개발은 우리나라의 독자적인 원천기술을 확보할 수 있는 영역으로, 관련 기술분야의 경쟁적 우위를 차지할 수 있고, 양질의 의료서비스 제공을 통해 사회 전반의 삶의 질 제고 가능
- 한의학 치료효능에 대한 객관적인 근거 제시는 한의학에 대한 신뢰도 제고 및 한의학 연구 저변 확대 가능

☐ 경제/산업적 효과

- 질환치료에 대한 국민건강 의료비 절감에 기여 가능
 - 만성난치성 질환에 대한 다양한 치료법 개발, 치료 타겟 신경회로와 분자 발굴을 통해 치료제 및 치료기술 개발로 연계함으로써 의료서비스 및 제약 산업에서 가치창출 기대
 - 환경성 질환, 감염성 질환 등 미래질병을 제어할 수 있는 기술을 확보함으로써 의료비 절감에 기여
- 특히, 연구를 통해 개발되는 기초기반연구들은 지금까지 없는 전혀 새로운 개념의 치료법 개발로 이어질 가능성이 커 관련 질병의 치료제 시장에서 새로운 시장 개척 가능

제3절 (기초기반-전략3) 한의 정보·지능화 플랫폼 구축

1. 추진 배경 및 필요성

□ 추진 배경

- (실험연구 DB) 다중표적 효능을 나타내는 약리작용을 이해하기 위해서는 다중표적 시스템 관련 실험연구와 이를 기반으로 한 시스템 생물학적 접근 필요
 - 그러나 전사체, 대사체 등의 정보를 체계적으로 정리하여 공유함으로써 다양한 연구에 활용할 수 있는 플랫폼은 현재 부재
- (경혈 DB) 혈위, 주치, 효능 등 텍스트 기반의 경혈 DB는 존재하지만 인간 뇌영상, 동물 분자생물학, 전기생리학 데이터 등을 공유하는 DB는 현재까지 구축된 사례가 없음
- (한의학 문헌 DB화 및 NLP) 주로 고전 문헌 연구자들이 직접 문헌을 독해하는 방식으로 이루어져 왔으나, 이러한 방법은 높은 정확도로 다양한 의미를 파악할 수 있다는 장점이 있는 반면, 노동집약적으로 그 속도가 느리다는 단점 존재
 - 기계독해(Machine Reading Comprehension, MRC) 기술 발달로 의약학 분야에서는 다량의 문헌을 자동화된 방식으로 분석하여 약물-부작용 및 단백질-단백질 상호작용 등을 체계화하는 등 문헌 지식의 정형화 및 체계화가 이루어지고 있는 반면, 한의학 문헌을 대상으로는 이러한 연구가 더딤
 - 여러 원인 중 하나로 한의학 문헌이 기계학습의 학습데이터로 직접 활용될 만큼의 충분한 전처리 작업이 이루어지지 않았으며, 설사 전처리 작업이 이루어졌더라도 연구자들 간의 공유가 활성화되지 않았기 때문임
 - 한의학 문헌을 대상으로 데이터과학 및 기계학습을 적용하기 위해서는 개별 연구자들이 직접 전처리를 수행해야 하며 이러한 전처리에는 한의학 지식을 가진 전문가가 직접 수행해야 하므로 그 비용 또한 상당함

□ 추진 필요성

- 국내 한의계는 약리작용에 대한 실험정보, 다중표적 시스템 연구결과, 경혈 DB 등의 한의 정보를 체계적으로 정리하여 다양한 연구에서 공유할 수 있는 플랫폼 필요
- 한의학 고전문헌 DB에서는 NER(Named-entity recognition) 등을 활용한 한의학 고전문헌 분석의 자동화를 위한 데이터 제공 플랫폼 필요
 - 상당한 비용이 필요한 고전문헌의 데이터 과학적 연구는 소규모로 추진하기에는 전처리에 소요되는 비용이 커 정부의 대폭적인 지원 절실

2. 국내외 기술동향

□ 미국 NIH는 오믹스 기술 기반의 약물의 효능/효과 데이터를 공유하는 NIH LINCS 프로그램 추진 중⁹²⁾

○ 오믹스 기술을 활용한 생물체 작용 성분의 약리 효능/효과 평가 접근방식이 증가하는 추세로, 미국 NIH LINCS 프로그램에서는 다양한 유전적/환경적 인자에 대한 생체반응에 대한 공공데이터를 구축하고 있음

○ 이 사업에서는 다양한 방법을 활용하여 유전체, 전사체, 단백질체, 대사체 등 다양한 오믹스 데이터를 생산하여 질병에 대한 유전자 표적 확보 및 신약 후보물질 발굴에 활발히 활용되고 있음

– Broad institute의 Golub 연구팀의 경우, 전사체를 측정할 수 있는 L1000 array를 개발하여 약물치료 및 유전자 변이조작을 통한 전사체 차원의 반응을 다양한 세포주에서 100만개 이상 측정

– 이 데이터를 바탕으로 30여종 이상의 신약 재창출 후보가 발굴되었으며, 이중 2건은 임상 시험에 이미 진입함



자료 : Subramanian, Aravind, et al(2017)

[그림 5-1] LINCS DB 구축 사례 및 이를 활용한 신약 재창출 개요

□ 베이징 중의대와 중국과학원의 한약 효능·효과 분석에 필요한 오믹스 DB 플랫폼⁹³⁾⁹⁴⁾⁹⁵⁾⁹⁶⁾

92) Subramanian, Aravind, et al. "A next generation connectivity map: L1000 platform and the first 1,000,000 profiles." Cell 171.6 (2017): 1437–1452.

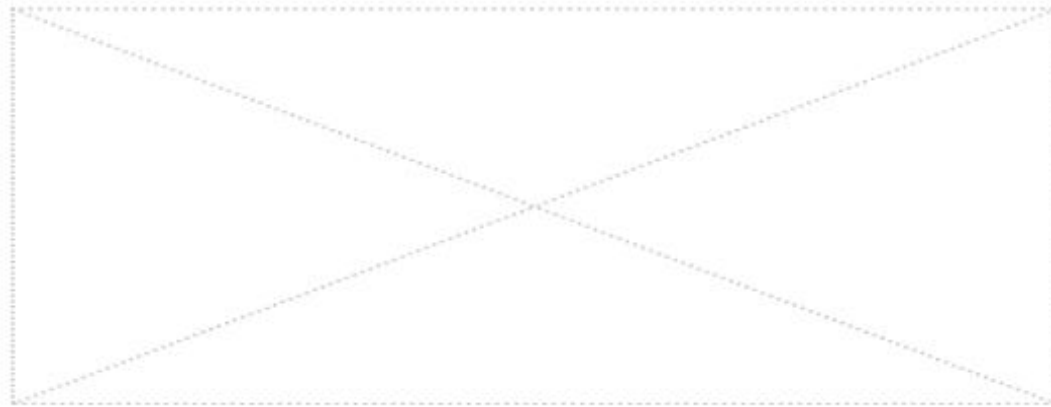
93) Huang, Lin, et al. "TCMID 2.0: a comprehensive resource for TCM." Nucleic acids research 46.D1 (2018): D1117–D1120.

94) Ru, Jinlong, et al. "TCMSP: a database of systems pharmacology for drug discovery from herbal medicines." Journal of cheminformatics 6.1 (2014): 1–6.

95) Wu, Yang, et al. "SymMap: an integrative database of traditional Chinese medicine enhanced by symptom mapping." Nucleic acids research 47.D1 (2019): D1110–D1117.

96) Fang, ShuangSang, et al. "HERB: a high-throughput experiment-and reference-guided database of traditional Chinese medicine." Nucleic acids research 49.D1 (2021): D1197–D1206.

- 베이징 중의대와 중국과학원이 공동으로 한약의 전사체 데이터(마이크로어레이 +RNA seq) 등 관련 정보를 통합 제공하는 HERB 데이터베이스 구축
- 동 데이터베이스는 Gene Expression Omnibus(GEO)에 업로드된 한약 및 한약성분의 전사체 데이터를 모아 통일된 형태로 전처리한 뒤 분석을 제공할 뿐만 아니라, 전문가의 검색 및 수집을 통한 한약의 성분, 표적, 질환정보를 통합 제공
- Microarray 및 RNA seq 모두 합쳐 6164개의 profile을 제공하고 있음



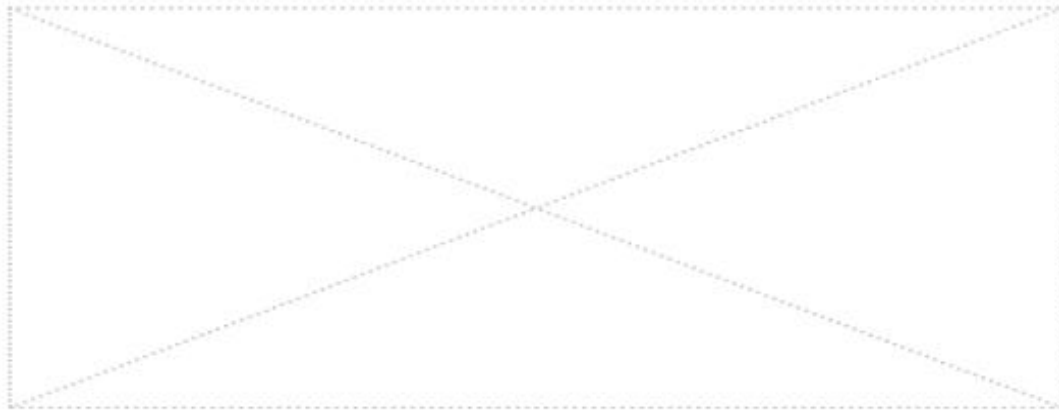
[그림 5-2] HERB 데이터베이스의 현황과 전사체 데이터 구축 및 분석 예시

- 중국을 비롯하여 네트워크 약리학 등을 포함한 한의정보 DB 개발 중이나 국내에는 전무
 - 네트워크 약리학을 기반으로 한 약물재창출 연구가 전세계적으로 활발히 시도되는 가운데, 한약을 비롯한 한의정보를 포함하는 DB 구축이 중국과 대만에서 개발되고 있으나 국내에는 이와 같은 네트워크 약리학 DB 부재
 - 여기에는 한약처방, 약물, 구성성분, 구성성분과 표적단백질, 표적과 질병간 관계 등 다양한 데이터가 집중되어 있는 데이터베이스가 중국과 대만을 중심으로 개발되고 있음
 - 중국의 TCMSP⁹⁷⁾는 한의계 네트워크 약리학 대표 DB로 활용되고 있음
 - GNPS(Global Natural Products Social Molecular Networking)⁹⁸⁾ 프로젝트는 분산되어 있는 질량분석기 데이터를 재조직화하고 공유하기 위해 웹기반 플랫폼을 만든 것으로 천연물의 화학적 패턴 분석 플랫폼을 개발하여 다성분을 함유하고 있는 천연물의 화학적 특성 패턴 분석, 신규 물질 동정에 활용할 수 있도록 함
 - 국내에서는 일부 천연물의 화학적 특성 Network 분석을 통해 신규물질 동정, 화학적 패턴 분석 등을 위한 플랫폼이 개발되고 있으나, 한의정보를 기반으로 한 화학적 패턴 분석은 부재
- 타분야의 실험결과 데이터 공유 플랫폼 구축 사례

97) <http://lsp.nwsuaf.edu.cn/tcmsp.php>

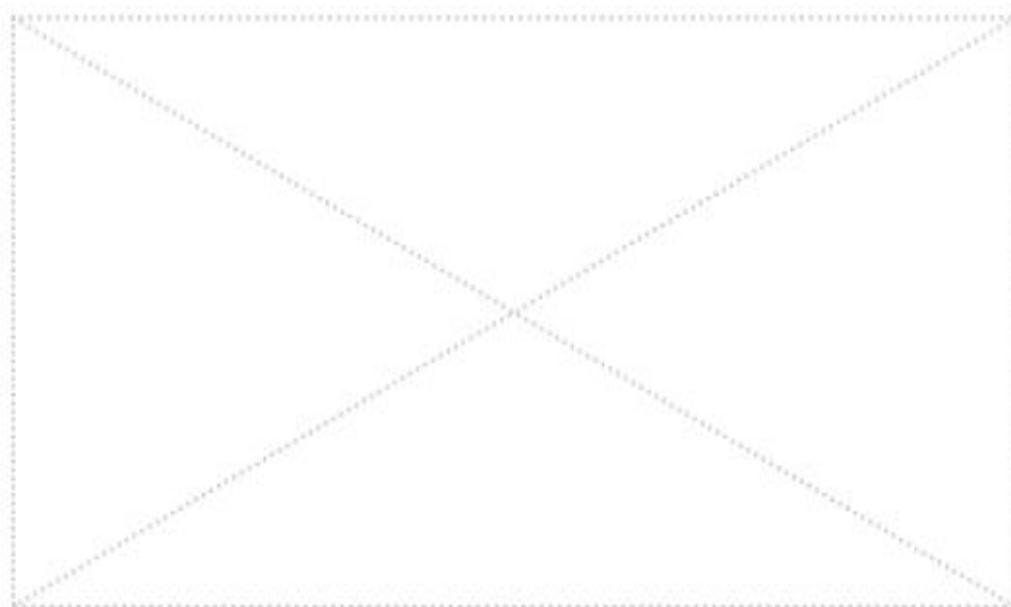
98) GNPS 홈페이지, <https://gnps.ucsd.edu/ProteoSAFe/static/gnps-splash.jsp?redirect=auth>

- (Allen Brain observatory)⁹⁹⁾ 표준화된 in vivo two-photon calcium imaging data 제공
 - 5종류의 시각 자극에 대한 개별 세포 및 집단 세포 수준의 다양한 요약 정보를 시각화하여 제공하고, Raw data와 분석방법 소스코드도 오픈
 - 실험ID, 관측한 뇌영역, cre driver, imaging depth 등 실험에 이용되는 정보들을 제공하며, 주어진 실험 자극에 따라 해당하는 결과값(orientation selectivity, preferred spatial frequency, preferred orientation, time to peak, representational similarity 등) 제공



[그림 5-3] Allen brain observatory에서 제공하고 있는 데이터 예시

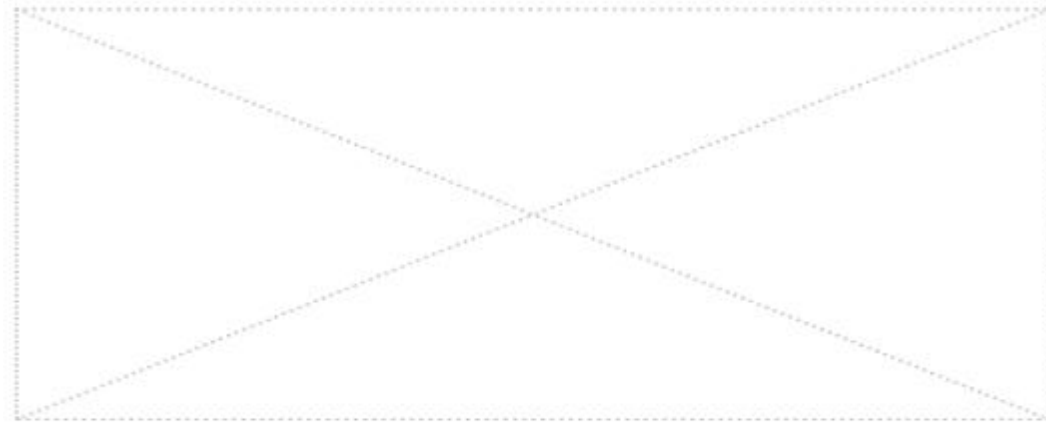
- 아래의 그림에서는 좀 더 자세한 자극별 response 결과값에 대한 특징이 plot으로 시각화되어 제공되고 있음



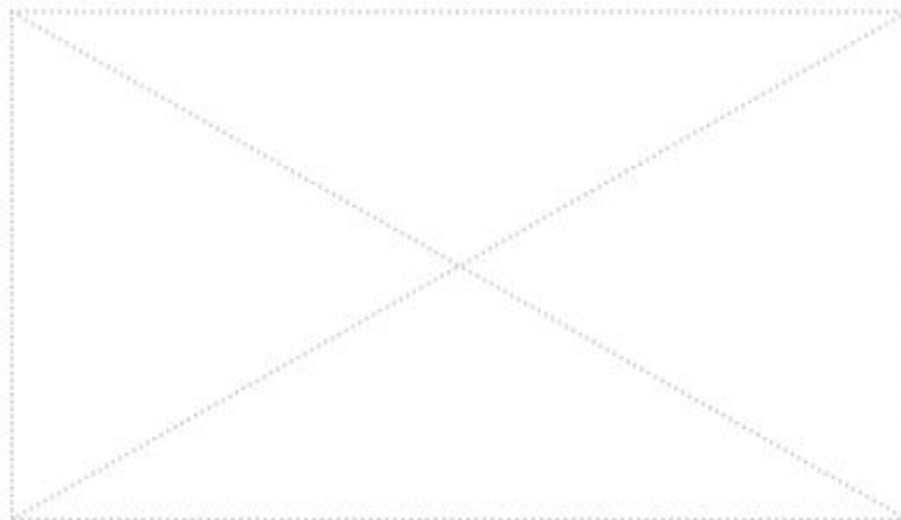
[그림 5-4] Allen brain observatory에서 제공하고 있는 Cells 데이터 예시

99) <https://observatory.brain-map.org/visualcoding/overview>

- (OpenNeuro)¹⁰⁰⁾ A free and open platform for sharing MRI, MEG, EEG, iEEG, ECoG, ASL, and PET data 등 실험 데이터를 특정 형식의 파일로 공유하고 이용할 수 있도록 만든 플랫폼
 - Modality, 참가자 연령, 참가자 수, 진단, task, 저자, 성별, 출판 일자, 종, 연구 종류 등으로 원하는 스cope에 맞는 연구를 검색할 수 있음



[그림 5-5] OpenNeuro 홈페이지의 메인화면



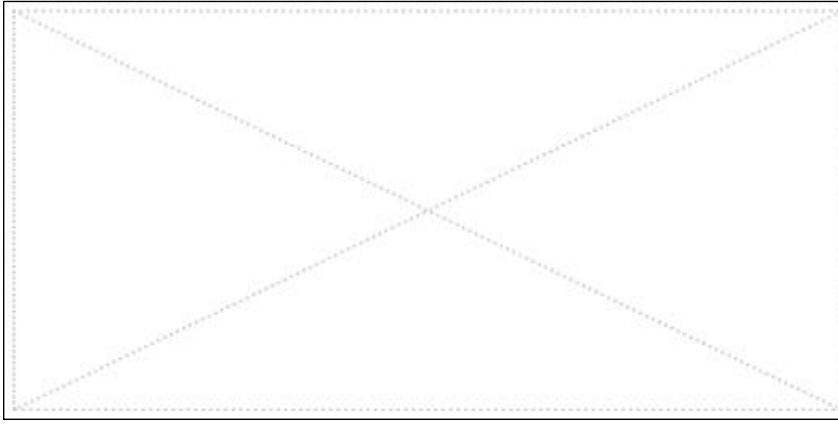
[그림 5-6] OpenNeuro의 MRI 데이터 검색화면

□ 한의 고전문헌 데이터베이스 구축 및 고전문헌에 대한 자연어처리(NLP) 연구 동향

- 중국 中医世家¹⁰¹⁾는 중의약 관련 고전문헌을 수록하여 검색기능을 제공하고 있음
 - 다만 Named-entity recognition(NER)¹⁰²⁾, 시멘틱 검색¹⁰³⁾ 기능은 부재

100) <https://openneuro.org>

101) http://www.zysj.com.cn/lilunshuji/index_97.html, Wang Gang



[그림 5-7] 中医世家의 자료 제공 사례

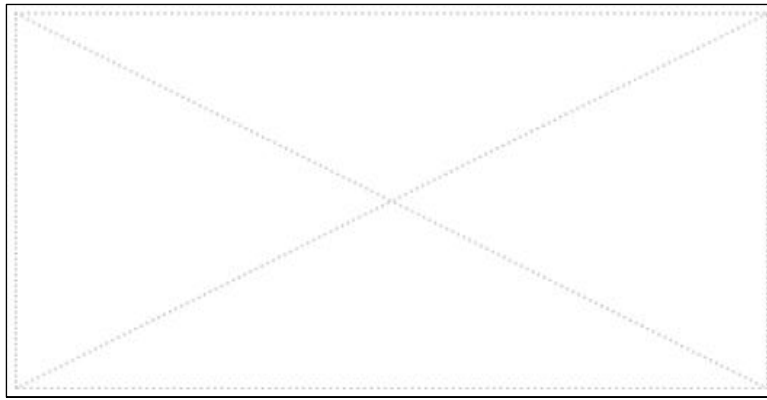
- 고전문헌 NLP 연구로는 중국 사례¹⁰⁴⁾가 있으며 중의학 의가들이 기술한 텍스트에 등장하는 증상, 본초(중약), 처방, 용량, 설진, 맥진을 인식하고 라벨링(NER)할 수 있는 모델 개발
 - 중의학 사전과의 단순 매칭, 기존 개발 모델과의 비교를 통해 높은 정확도로 텍스트 내의 중의학 개념들을 식별할 수 있고, 중의학 고전문헌을 기반으로 그 성능을 평가받고 있음
 - 다만, 개발 모델 및 구체적인 NER 결과를 비공개하고 있고, 다양한 고전문헌에 대한 검증은 부족함
- 국내 한의고전문헌 DB는 한국한의학연구원의 한의학고전 DB¹⁰⁵⁾가 있으며, 여기에는 140개 서적의 1,500만여 자가 수록되어 검색기능, 한국어 및 영문 번역기능(일부 문헌에 한정), 방제에 대한 문장별로 라벨링 등 제공
 - 다른 DB와 마찬가지로 Named-entity recognition 검색기능, 시멘틱 검색기능 부재

102) 미리 정의해둔 사람, 회사, 장소, 시간, 단위 등에 해당하는 단어(개체명)를 문서에서 인식하여 추출 분류하는 방법으로 주로 정보추출을 목적으로 자연어처리, 정보검색 등에 활용

103) 단어나 문장의 뜻을 파악한 후 이들과 관련된 연관검색들을 추론해 보여주는 의미기반 검색방법

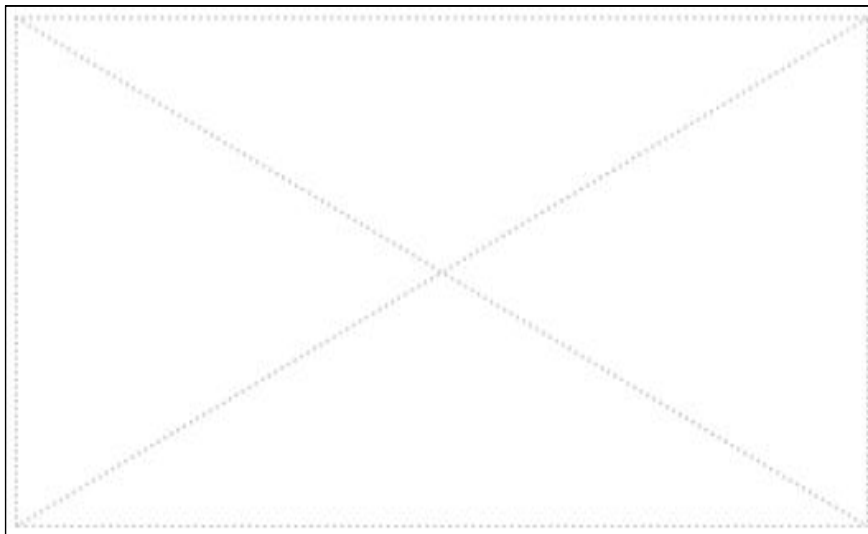
104) Records of Traditional Chinese Medicine of Famous Doctors: The Fifth Volume (Chinese Edition) - October 1, 2015, ISBN-10:7513213739

105) <https://mediclassics.kr>



[그림 5-8] 한의학고전 DB 사용 예시

- 그 외, 다른 분야에서 진행한 고전문헌 DB로는 국사편찬위원회의 승정원일기 DB¹⁰⁶⁾가 있는데, 여기에서는 방대한 양의 문헌 전산화 및 국문번역을 진행하고 있고, 기관명, 인물명, 지역명 등 식별할 수 있는 검색기능 제공
- 다만, 식별된 기관명 또는 인물명 등의 온톨로지 미비, 시멘틱 검색기능은 미제공



[그림 5-9] 승정원일기 DB 사용 예시

3. 추진 방향 및 전략

□ 한의정보 수집·공유 플랫폼 구축

- 기존의 한약 혹은 한약 성분의 오믹스 데이터를 수집·표준화하여 제공하고, 연구자들이 생성하는 새로운 오믹스 데이터까지 수집 및 공유

106) <http://siw.history.go.kr/main.do>.

- 경혈자극에 대한 뇌영상 실험결과, 동물 대상의 실험 데이터(경혈자극 프로토콜, 행동실험 데이터, 전기생리학·분자생물학 데이터 등)를 수집 및 공유
- 한의 헬스케어 서비스에 기반이 되는 생활패턴, 식습관, 운동 등의 라이프로그 빅데이터를 수집하고 공유

□ 한의 지능화 활용 플랫폼 구축

- 고문헌 데이터 활용을 위한 자연어처리기술 개발 및 서비스 제공
- 연구 데이터, 임상 데이터, 문헌 데이터를 통합하고 활용할 수 있는 빅데이터 시스템 구축 및 분석·활용 알고리즘 개발

4. 주요 연구내용

<표 5-3> 「한의 정보·지능화 플랫폼 구축」(기초기반-전략3)의 중점분야 및 내용

중점분야	과제명	주요 내용
한의 정보 수집 공유 플랫폼	◦한약재 혹은 성분의 in vitro/in vivo 오믹스 데이터 공유 플랫폼 구축	◦기존 한약재 혹은 성분의 오믹스 데이터를 일관된 방식으로 재처리하여 제공 ◦연구자들이 생산할 새로운 오믹스 데이터를 공유
	◦경혈자극에 대한 인간 뇌영상/ 동물 생리학적 실험결과 공유 플랫폼 구축	◦경혈자극에 대한 인간 뇌영상 실험결과 공유 플랫폼 ◦동물 대상의 경혈자극 실험 데이터(프로토콜, 행동실험 데이터, 전기생리학, 분자생물학 데이터) 공유
한의 지능화 활용 플랫폼	◦한의학 고전 빅데이터 활용 위한 자연어 처리기술 개발 및 서비스 제공 플랫폼 구축	◦인공지능을 이용한 한의학 고전문헌의 NER 자동화 * NER(Named Entity Recognition) : NE를 인식하는 작업, NE는 문자열 내 기관명, 인물, 장소 뿐 만 아니라 매우 폭넓은 범위와 좁은 범위의 명사 ◦한의학 고전문헌 제공 서비스 고도화 : 처방, 병명, 증상, 임상현장에서의 맥을 기준으로 제공
	◦한의학 정보 통합 및 활용 플랫폼 구축	◦기존 혹은 미래에 다양하게 생성되는 한의 융합 정보(연구, 문헌, 임상데이터)를 전체적으로 통합 ◦이를 분석하여 활용할 수 있도록 맞춤·예방의료 알고리즘을 개발

5. 사업규모(안)

☐ 과제당 연구기간 및 연간 예산 규모

○ 과제당 최소 5년 이상의 연구기간을 필요로 하며, 연간 평균 10억원 소요 예상

☐ 과제당 투입 인력자원

○ 과제당 최소 박사급 2명, 석사급 3명 이상의 인력 필요

6. 기대효과

☐ 사회적 효과

○ 해당 기술의 플랫폼에서 제공하는 데이터는 한의정보를 다양한 분야에서 활용할 수 있도록 함으로써 “미래융합 한의학” 영역의 발전 및 활성화에 기여

☐ 경제/산업적 효과

○ 플랫폼에서 제공하는 데이터는 신약개발, 특히 융합연구의 한의 바이오융합 한약기술 개발에서 이루어질 신약재창출(Drug Reposition)에 활용되어 제약산업에서의 국가경쟁력 제고에 기여

○ 다양한 새로운 의료기술을 활용한 신규서비스 제공 등에도 정보들이 활용되어 새로운 시장창출 가능

제4절 (융합연구-전략1) 한의 바이오 융합 한약기술 개발

1. 추진 배경 및 필요성

□ 바이오 융합 소재·한약 연구

- (사회/경제적 니즈) 다성분, 다중표적이 가능한 한의약 기반 치료제는 만성질환, 난치질환 등 기존 의약품이 접근하기 힘든 질환이슈를 해결할 수 있는 잠재력 보유
 - 전세계 천연물의약품 시장규모는 '18년 279억달러에서 '23년 406억원으로 계속 성장하고 있으며, 독일 슈바베제약이 은행잎으로 혈액순환장애 치료제를 개발하여 연간 20억 달러 이상의 매출성과를 올리는 등 높은 부가가치를 창출할 수 있는 산업분야임
 - 이 중 대사질환 치료제 시장은 2013년 566억 달러에서, 2021년 1,240억 달러 규모에 달할 것으로 전망(CAGR 10%)
 - 한편, 바이오의약품의 경우 암 등 중증질환에 효과적이나 상당히 고가이며 투여경로가 제한적이기 때문에 질환관리에 한계
 - 이와 달리 한의약 기반 치료제는 고령화 진전에 따라 증가하고 있는 만성질환, 난치성질환, 대사질환 등 기존 합성/바이오 의약품이 접근하기 어려운 질환에 대해 다성분, 다중표적이 가능하여 질환관리에 강점 존재
 - ※ 국민건강영양조사결과 성인 남성의 비만률은 37.8% (2009년)에서 43.1% (2019년)로 증가, 성인 여성의 고지혈 유병률은 11.8%에서 22.8%로 증가하는 등 국내 성인의 대사질환 유병률 빠른 속도로 증가
- (기술적 니즈) 한의학은 개인 체질을 중시하여 환자 중심의 개별화된 치료를 원칙으로 하나 전통적인 변증이나 체질을 과학적으로 검증하기에 한계 존재
 - 대사질환과 관련하여 환자의 유전형에 따라 약물대사가 다를 것으로 기대하는 약물 유전체 연구가 진행되어 왔으나, 실제 천연물인 한약재가 대사되는 장관의 마이크로바이옴 등 관련 정보 부족
- (추진 필요성) 만성질환, 대사질환, 난치성질환 등 기존 합성/바이오 의약품이 접근하기 어려운 질환 이슈, 특히 전인적 건강 이슈를 해결할 수 있는 한의약 기반 치료제 개발 필요
 - 최근 장내미생물을 활용한 약물개발에 대한 관심이 많아지면서 방풍통성산, 대시호탕 등의 한약재가 비만이나 대사질환 개선에 효과적임이 보고되고 있으나, 개인별로 한의약제 반응 정도가 달라 질환 개선을 높일 수 있는 기술개발 필요
 - 이외에 미래질병으로 예상되고 있는 정신질환에서도 복합적인 정서장애를 해결하기 위해 다중요소 접근이 가능한 한의학적 접근을 통한 기술개발 필요
 - 또한, 일관된 약리활성과 안전성 등의 품질관리, 글로벌 제약시장 기준 충족을 위해 생물학

적, 화학적 분석방법 동시 개발 필요

□ 소재/한약 산업화 플랫폼 개발

- (사회/경제적 니즈) 주사공포증 인구 증가, COVID-19 영향 등으로 가정에서 안전하게 사용할 수 있는 약물전달시스템 요구
 - 최근 주목받고 있는 마이크로니들 관련 세계시장은 ‘30년까지 약 12억 달러에 이를 것으로 전망되는 등 새로운 시장 잠재력 전망
- (기술적 니즈) 한약/천연물의 활용성 확대를 위해 경구투여 방식 등 기존의 약물전달 한계 극복 필요
 - ‘15년 국회 국감 지적에 따라 천연물의약품에 대한 안전성 자료 요구 등 천연물의약품에 대한 규제 강화 추세로 원료의약품의 다중성분에 대한 chemical profile 비교 자료로 배치 동등성 입증, 생물학적 동등성 등 요구
- (추진 필요성) 한약/천연물 의약품 영역에서의 경쟁력 강화를 위해 기존 의약품의 임상효과 동등 또는 우월성 확보하면서 미래사회 수요에 부합하는 편의성을 갖춘 다양한 형태의 약물전달체 개발 필요
 - chemical profilig 이외 일관된 약효의 동등성을 확보하기 위한 생물학적 표준화 기술 도입이 필요함

2. 국내외 기술동향

- (천연물신약) 해외에서는 대상 질환의 중복을 피하면서 기존 합성/바이오의약품 시장을 회피하는 전략으로 치료제개발이 이루어지고 국내에서도 일부 천연물신약 개발
 - 성귀 사마귀 대상 외용제(Veregen), HIV 환자의 설사 치료제(Mytesi) 등 니치마켓 질환을 대상으로 개발되었으며, 최근 심사 중인 품목(Filsuvez)의 경우, 수포성포피박리증이라는 기존 치료제가 없는 희귀질환을 대상으로 함
- (장내미생물) 천연추출물, 한약재 추출물이 대사관리 유의성을 보여주는 연구가 국내외에서 진행 중
 - 해외 여러 연구팀에서 인체를 대상으로 한 식이연구에서 마이크로바이옴 정보를 활용하여 체지방 및 체중 감소, 혈당조절 등 대사관리에 유의함을 밝히는 연구 보고
 - 이스라엘 와이즈만 연구소의 세갈 연구팀은 2015년 cell에 게재한 논문에서 혈당 조절을 위해 마이크로바이옴 정보를 포함한 예측모델로 식품 섭취 가이드를 처방한 결과 혈당 조절 반응률을 40%에서 70%로 높일 수 있음을 보고함¹⁰⁷⁾

107) Personalized nutrition by prediction of glycemic response. Cell. 2015

- '17년 international journal of obesity에서는 칼로리 제한 식이의 체지방 및 체중 감소 효과가 마이크로바이옴의 prevotella 유형에서만 유의함을 밝힘¹⁰⁸⁾
- '19년 journal of nutrition에서는 인체 대상의 통곡물 식이 연구에서 bacteroides 유형보다 prevotella 유형에서 체중 감소가 커 유의함을 보고함¹⁰⁹⁾
- 중국에서 알츠하이머병 치료제로 허가 받은 해조류 성분인 Oligo-mannurinate (GV-971)은 장내미생물의 불균형(dysbiosis)을 조절하여 신경염증을 줄인다는 연구결과 보고¹¹⁰⁾

○ 국내에서도 최근 들어 한약재 추출물의 대사질환 개선 가능성을 장내미생물을 통해 제시하는 연구결과가 보고되기 시작

- '20년 국내 연구팀에서 장내미생물의 하나인 Bifidobacterium 속 미생물로 발효한 갈근 추출물이 비만 유도 동물모델의 장내미생물 구성을 변화를 통해 대사질환 개선가능성 보고¹¹¹⁾
- '21년 일산한방병원 연구팀은 발효 전철삼이 장내미생물의 조절을 통해 항비만 효과를 나타내는 결과 발표(frontiers in pharmacology)¹¹²⁾
 - '20부터 시작한 보건복지부 한의약혁신기술개발사업을 통해 유전체, 장내미생물 등의 시스템 생물학적인 방법과 변증, 체질 등의 한의학적 요소를 융합하여 비만 당뇨 등을 대상으로 한의학적 개별맞춤 치료 기반을 마련하는 연구 추진 중
- 그 외 천렵, 고바이오랩, 지놈앤컴퍼니, 엔테로바이옴 등 많은 바이오벤처에서 다양한 염증 질환, 대사성 질환 및 뇌 질환 등을 대상으로 치료제 개발 중이나, 대부분 장내미생물 자체를 질환 치료제로 개발하거나 프리바이오틱스, 프로바이오틱스 등 건강기능식품 개발 위주

□ (오믹스·오가노이드 기술) 오믹스·오가노이드 기술은 최근 급속한 발전으로 성장하고 있으나, 아직 한의학적 관점에서 통합된 연구는 많지 않아 우리나라가 선점·선도 가능한 연구영역임

○ 오믹스 기술의 급속한 발전으로 미시적인 수준에서의 심도 있는 생물학적 지표 발굴 및 특성 분석 가능

- 멀티오믹스 기술을 통한 통합적인 해석기술도 발전하고 있어 인체 전체 세포 카탈로그 등의 콘소시엄이 활발하게 정보를 축적하고 있음

108) Pre-treatment microbial prevotella to bacteroides ratio, determines body fat loss success during a 6-month randomized controlled diet intervention. Int.J. Obesity. 2017

109) Prevotella abundance predicts weight loss success in healthy, overweight adults consuming a whole grain diet ad libitum: a post hoc analysis of a 6-wk randomized controlled trial

110) WANG, Xinyi, et al. Sodium oligomannate therapeutically remodels gut microbiota and suppresses gut bacterial amino acids-shaped neuroinflammation to inhibit Alzheimer's disease progression. Cell research, 2019, 29.10: 787-803.

111) Lactate-Fortified Puerariae Radix Fermented by Bifidobacterium breve Improved Diet-Induced Metabolic Dysregulation via Alteration of Gut Microbial Communities. Nutrients. 2020

112) Effect of probiotics on obesity-related markers per enterotype: a double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. EPMA J. 2020

- 반면 방대해진 정보를 거시적인 수준으로 통합하여 개체 수준의 상호작용을 파악할 수 있는 기술은 아직 미진하며, 한의학적인 개념인 시스템 수준의 통합적 분석 기술은 아직 초기 단계임

- 이미징 수준에서는 MRI, bioimaging 등 저해상 분석기술이 진보하여 고해상 whole body imaging이 성공, 이는 조직투명화 및 SPIM 등 관련 이미징 기술 발전을 통해 주도

○ 장기 전체를 모사하는 오가노이드 기술의 발전으로 인간 질환모델링 분야 혁신 진행 중

- 성체줄기세포 또는 만능유도 배아줄기세포를 이용하여 인체장기 모사체를 3차원으로 배양하는 오가노이드 기술은 실험동물로 구현할 수 없는 인간 특이적인 질환 병태를 모사할 수 있을 뿐만 아니라, 유전자-환경 등을 제어할 수 있는 여지가 높아 환자특이적 질환모델링의 가치가 높음

- 현재 오가노이드 기술은 발생학적으로 단일세포 세포군으로만 구성되어 있던 단순 오가노이드 배양으로부터 보다 복잡한 배양체인 어셈블로이드 기술로 발전하고 있음

- 국내 오가노이드 연구는 아직 태동기이나 국가의 대대적인 지원과 국내 연구자들의 활약으로 세계적 경쟁력을 갖추고 있음

□ (약물전달시스템) 해외에서는 다양한 형태의 약물전달시스템 개발이 활발하나, 국내는 대부분 일반의약품에 한해 이루어지고 있고 한약/천연물의약품에서는 아직 초기단계 수준

○ 해외 주요국에서는 다양한 형태의 전달체를 이용하여 다음과 같이 추출물이 내재된 약물 전달시스템 개발이 활발히 진행 중이나, 대부분 실험동물 대상의 비임상연구에 머물러 있고 최근 들어서 임상연구 시도

- 리포솜, 에멀전, 나노파티클, 당지질(glycolipid) 변형 리포솜 등을 이용한 약물전달체 개발

- 전자기, 열치료 골드나노파티클 등 물리-화학적 성질을 이용한 약물 타겟팅

- 주로 천연물유래 phytochemical의 생체이용률, 세포내 흡수율을 높이기 위한 목적

- 장내 pH의 변화, 특정 장내미생물 의존적 약물의 release 등 time-spacing control 연구

○ 우리나라의 약물전달체 연구는 합성의약품, 재조합 단백질 등 일반의약품을 중심으로 이루어지고 있고, 한약/천연물의약품 분야는 아직은 초기단계임

- 2000년대 들어서 한약추출물에 대한 약물전달체 연구가 시작되었으나, 이후 커다란 진전이 없는 상황임

- 또한, 대부분 세포 수준 및 동물을 이용한 비임상연구에 그치고 있으며 임상까지 연계된 연구 부재

□ (마이크로니들) 마이크로니들 시장 잠재력이 높은 가운데 해외에서는 임상시험이 진행되고 있으나, 우리나라 기술개발 수준은 초기단계에 머물러 있음

○ 세계경제포럼(WEF)과 사이언티픽아메리칸(Scientific American) 저널에서 마이크로니들

을 ‘2020년 새롭게 부상하고 있는 10개 신흥기술’로 선정될 만큼, 최근 최신 의료기기(의약품)로 많은 주목을 받고 있음

- 개발상황을 살펴보면, 현재 BD사의 Intanza 및 Fluzone가 유일하게 마이크로니들 백신 전달 시스템을 시판하고 있음
- 그 외, 편두통치료제(Zosano Pharma, 임상 3상), 항암 백신 (3M, 임상 2상), 안구질환 (Clearside Biomedical), 골다공증 치료제(3M, Radius Health, 임상 2상), 마취제 (Innoture Ltd), 제1형 당뇨병치료제(Cardiff University), 치주염치료제(Bezmialem Vkiif University) 등 약 40 종에 대한 임상시험 중임
- 국내에서는 골다공증치료제, 치매치료제에서 임상 1상이 진행되고 있고, 아직은 마이크로니들 시스템 연구는 초기단계

□ (품질관리 기술) 국내 천연물의약품 품질관리 기술 수준은 다양한 생물학적/화학적 분석기술을 도입한 해외 품질관리 기준에는 미충족

- 주요 선진국에서는 천연물의약품 관련 규정을 마련하여 국가 차원에서 적극 관리
 - 미국은 기존 화학의약품 승인신청과 동일한 botanical drug에 대한 NDA 제출자료 항목을 요구하고, 다양한 미지의 물질과 활성성분의 일관성 유지 자료 제출 요구(CDER)
 - ※ 미국 FDA에서는 식물 추출물을 이용한 의약품인 botanical drug에 대한 규정 마련 이후(‘04년 발간, ‘16년 개정), 현재까지 2개 품목 시판, 1개는 심사 중
 - 유럽은 ‘04년 유럽전통약초의약품법령을 마련하여 원료의약품의 활성성분, 물리화학적 성질뿐만 아니라 생물학적 활성 자료 요구 등 합성의약품과 유사한 기준으로 천연물의약품을 철저히 관리
 - 중국은 천연약물 복합 처방제제에 대해 약물학적 상호작용 관련 자료 제출 요구, 수입 중약 및 천연약물제제에 대해서는 중국내에서 실시한 PK 및 임상시험자료 제출 요구
- 합성의약품 수준의 연구 및 품질관리를 위해 ‘evidence of the totality’ 전략을 제시하며, 다양한 생물학적, 화학적 분석기법들을 도입하여 품질관리에 적용
 - 미국에서 botanical drug으로 품목 허가된 Veregen 및 Mytesi(Fulyzaq)는 화학적 분석법 및 임상과 상관성 있는 바이오어세이(clinically relevant bioassay) 등을 품질관리를 위해 도입
 - 예일대학교 Dr.Cheng이 개발한 황금탕(PHY906)은 품질관리에 생물학적 지문분석(bioresponse fingerprint)과 화학적 지문분석(chemical fingerprint)을 융합한 PhytomicsQC 기법을 적용
- 그러나 국내의 기성 한약서에 기반한 한약제제의 경우, 안전성, 유효성 자료를 면제 받고 별도의 연구개발 없이 일반의약품으로 유통되고 있고, 지식재산권 확보가 어려운 문제로 추가적인 연구개발은 이루어지고 있지 않음
- 천연물신약 개발에서 국내에서도 지난 20년간 개발된 천연물신약들은 상업적 성공을 보여

주었으나, 구성약재 개수가 많고 25-50% 에탄올 등의 용매를 이용한 단순 공정으로 추출한 지표성분을 품질관리로 활용하는 수준임

- 7개 천연물신약 중 4개는 골관절염을 대상으로 하고 있고, 2개는 소화기 질환(급/만성 위염, 기능성 소화불량), 나머지 1개는 호흡기 질환(급/만성 기관지염)을 대상으로 함

3. 추진 방향 및 전략

미래질병에 대한 “새로운 한약 치료”

한의학과 최신 바이오 기술과의 융합연구로 융합 소재·한약 및 산업화 플랫폼 기술을 개발

- ※ 복합원인 질환 해결을 바이오 기술과 한의학(다중 성분·표적 기반) 간 융합적 접근으로 시도
- ※ 국내 한의약산업 확대 및 글로벌 의약품시장 진출을 위한 약물전달 및 품질관리 기술 개발

☐ 한의 바이오 융합 소재·한약 개발

- 바이오마커, 줄기세포, 마이크로바이옴, 오가노이드 등 최신 바이오 기술과 융합한 약물 스크리닝 및 융합 소재·한약* 개발
 - * 새로운 한약소재, 메디푸드, 천연물의약품 등
- 멀티오믹스, 마이크로바이옴 등을 활용한 약물치료 전·후 효과 검증

☐ 한의 바이오 산업화 플랫폼 기술 개발

- 융합연구*를 통한 스마트 한약 및 천연물의약품 약물전달기술 개발로 경구투여방식의 약물전달 한계(약물효과 低, 부작용 高) 극복
 - * 약물전달 나노기술(특정 장기 타겟), 패치 형태, 마이크로 니들, 약침 등
- 일반의약품에 준하는 약효 동등성과 보존기간 확보 등 품질관리 기술

4. 주요 연구내용

<표 5-4> 「한의 바이오 융합 한약기술 개발」 (융합연구-전략1)의 중점분야 및 내용

중점분야	추진과제
바이오 융합 소재·한약 기술 개발	◦융합과학을 통한 한의학적 대사성 질환 맞춤형 치료소재 개발(장내미생물조절)
	◦생물화학적 품질관리 기술이 융합된 한의약 우위 난치질환 대상 치료소재 개발
	◦오믹스/마이크로비옴 활용 한의학기반 난치성 질환 극복 기술(대사질환 치료제)
한의 바이오 산업화 플랫폼 기술 개발	◦마이크로니들을 활용한 질병 맞춤형 한방약침 개발
	◦나노 약물전달기술을 이용한 스마트 한약/천연물의약품 제형 기술 개발
	◦한약/천연물의약품의 표준화를 위한 품질관리 기술 플랫폼 구축

5. 사업 규모(안)

☐ 과제당 연구기간 및 연간 예산 규모

- 과제당 최소 5년 이상의 연구기간이 필요하고, 연간 평균 10억원 이상의 예산 예상

☐ 과제당 투입 인력자원

- 과제당 최소 박사급 3명, 석사급 3명 등 8명에서 16명까지 인력 필요

6. 기대효과

☐ 사회적 효과

- 미래의료 수요에 부합하는 형태의 한약/천연물의약품을 제공함으로써 다양하고 적절한 치료 옵션을 제공함으로써 의료 소비자(의사/환자)의 선택권 확대 가능
- 특히, 오믹스·마이크로바이옴 기반의 치료율을 높인 맞춤형 한의처방은 대사성 질환에서 중복 및 과잉 진료를 피할 수 있어 의료비 지출감소와 개인맞춤형 약물처방을 통해 국민 건강 관리의 질적 개선 가능
- 천연물의약품 품질관리 기술개발 통해 기존 천연물의약품에 대한 약효 일관성을 기대할 수 있으므로 바이오 융합 한약제제에 대한 신뢰도 제고 가능

☐ 경제/산업적 효과

- 한의약 기반 치료제 개발로 아직 경쟁력이 높지 않은 천연물의약품 시장에서 경쟁적 우위 확보 가능
 - 특히, 장내미생물을 조절할 수 있는 한의약 기반 소재발굴을 통해 대사성 질환 치료제 개

발을 선도함으로써 낮은 개발 비용으로 규제장벽이 낮은 점을 이용하여 시장공략 가능

- 해당 사업을 통해 개발한 맞춤형 약물 추천 기술은 마이크로바이옴의 유형화 정보에 기반하며, 현재 NGS에 기반한 분석 방법이 아닌 간편 마이크로바이옴 유형 판별 키트 등의 개발로 신시장 창출 가능
- 한약/천연물의약품이 합성의약품 및 재조합단백질 제제와의 임상효과 동등 및 우월성을 확보함으로써 침체된 한약·천연물의약품 관련 시장 점유율 확장 가능
- 또한, 마이크로니들 시스템의 경우 한방소재 활용을 통해 새로운 국소한방의료기기 분야를 제시할 수 있고, 다양한 유효성분을 탑재할 수 있는 의료기기로 한방약침 제품화 플랫폼으로 활용이 가능하며, 패치형태의 한방약침 개발 등으로 한약시장 영역 확대에 기여 가능
- 한의약 기반 소재 품질관리 기술 확보를 통해 천연물의약품 및 기타 식물 추출물 소재산업 전반의 품질관리 개선에 기여

제5절 (융합연구-전략2) 한의 융복합 첨단 의료기기 개발

1. 추진 배경 및 필요성

- 심뇌혈관계 질환, 높은 자살률로 심각한 사회이슈로 대두되고 있는 정신질환 등 앞으로도 계속 해서 미래의료 이슈로 제기될 것으로 전망, 이에 대한 세심한 대응 필요
 - 심뇌혈관계 질환은 치명적인 뇌손상이나 급사를 유발하는 선진국병으로 위험군에 대한 조기진단과 실시간 관리가 필요하나, 개인의 체질이나 혈관의 탄성, 약물 감수성 등 세심하게 개인을 고려한 맞춤형 서비스 부족
 - 정신질환과 관련해서는 우리나라의 높은 자살률은 큰 사회적 문제로 꼽히는 이슈로, 예전과 달리 20대 우울증 증가 등 연령과 상관없이 증가하고 있어 이를 사전 예방할 수 있는 관리시스템 필요
 - ※ 보건복지부 통계에 따르면, 20대 우울증 환자는 지난 4년간 두배 이상 증가하였는데, 그 원인으로 학업, 취업, 직장 스트레스 및 코로나 블루, 정신질환에 대한 사회적 편견도 많은 영향을 미치고 있어, 직접 상담시설에 방문하지 않아도 된다는 심리적 안정감이 있어 더욱더 비대면 심리상담서비스를 선호 추세
- 세계 디지털 헬스케어 시장의 성장과 함께 모바일 헬스, 전자약, 디지털 치료제 등 수요가 확대할 것으로 전망되나, 디바이스 개발 콘텐츠 부재로 한계 직면
 - 세계 Digital Health 시장, 2020년 1,525억달러에서 2026년 4,567억달러로 매년 18.8%씩 성장 예상
 - Global Industry Analysts Inc.(2021)¹¹³⁾에 따르면, 세계 Digital Health 시장은 2020년 1,525억달러에서 2026년 4,567억달러로 매년 18.8%씩 성장 예상
 - 모바일 헬스(mHealth)는 2026년 2,531억 달러 규모로 가장 큰 비중을 차지하며 매년 16.6%씩 성장 예상
 - 전자약 관련 글로벌 시장도 급성장하고 있음 (Markets and Markets, '16) : 172억 달러 (약 20.6조원, '16) → 252억 달러(약 30.2조원, '21)
 - 그러나 헬스케어 산업을 주도하는 디바이스 개발의 콘텐츠 부재로 한계에 부딪힌 상황으로, 이를 해결하기 위해 스마트 헬스케어 산업을 주도하는 기업들은 질병 또는 건강상태 상시 모니터링기술에 주목
- 만성질환, 정신질환 등 미래의료 수요가 큰 질환을 대상으로 조기진단의 중요성을 제시하는 연구보고, 기존 의약품으로 해결하지 못한 질환을 대상으로 디지털 치료제 개발 등이 이루어지고 있으나, 아직까지 한의학적 접근방법 연구는 부족

113)

<https://www.strategyr.com/market-report-digital-health-forecasts-global-industry-analysts-inc.asp>

- 한의학은 생체에너지 또는 기능적인 불균형에 대해서도 질병으로 분별할 수 있는 강점이 있어, 이러한 강점을 활용하여 질병 발병의 조기진단 기기 개발을 통해 미래의료 수요에 대응 필요
- 특히, 질병이 발병되기 전 미병상태에서 해결하기 위한 한의학적 접근방법 개발 필요

2. 국내외 기술동향

□ (심혈관계 진단) 최근 비교적 간단한 가압방법과 센서조합으로 생체신호 측정의 성능 동등성을 유지하는 연구들이 다수 보고되고 있으나, 실제 질환 위험도 예측 지표로 적용 어려움

- 일본 Omuron, 애플社 등 많은 기업에서 혈압, 심전도 등 생체신호를 모니터링하는 웨어러블 기기를 개발하여 시판 중
 - 일본의 Omron Healthcare는 커프 방식의 손목 착용형 웨어러블 혈압 모니터링 장치 (BP8000-M)를 CES2018, 2019에서 선보였고, 2018년 12월 미국 FDA 승인을 받아 2019 년 하반기 판매를 시작하였음
 - 미국 애플은 애플워치에 심전도 모니터링 기능을 제공하며 애플워치 기반의 헬스케어 서비스를 제공하려 하고 있음
 - 국내에서는 삼성전자는 갤럭시워치를 통해 웨어러블 헬스케어 시장을 구축하고 있음
- 비교적 간단한 가압방법과 센서조합으로 일상에서 생체신호 측정의 복잡성을 간소화하면서 성능의 동등성을 유지할 수 있는 연구들 다수 보고
 - 영국의 앵글리아 러스킨 대학교에서는 PPG 신호를 이용해 혈압을 추정하는 연구를 진행하고 있음 (2018 Journal of Healthcare Engineering)
 - 미국의 미시건 대학교에서는 압력과 PPG 신호를 이용한 스마트폰 기반의 혈압 추정 방식을 발표해 혈압 홈모니터링 기술을 진일보시킴 (2018 Sci. Transl. Med., 2018 Scientific Reports)
 - IMU 데이터를 활용한 일상활동 모니터링과 거동 데이터 분석 가능. 한 예로 보행 속도는 심혈관계 질환과의 관련성이 매우 높은 것으로 보고됨 (Ogawa et al., 2020)
 - 맥과 및 거동 데이터를 활용한 일상생활 중 심뇌혈관계 예측 및 관리가 가능한 연구 보고
 - ※ 예측은 물론 심뇌혈관질환-거동 데이터기반의 일상생활 중 운동 제안 가능, Jørgen Roed Jørgensen et al., (2010)
 - 한국한의학연구원에서는 맥상과 정밀측정, 정밀 분석 기술 기반 건강인 표준 맥상과 정보와 심뇌혈관질환 및 다양한 질환에 대한 맥상과 특성 연구를 진행하였고, 웨어러블 맥와치 개발을 위한 토노메트리 방식의 센서 개발, 연령별 평균 맥파형 연구 및 재현 기술, 요골동맥파형 재현 기술 등의 원천기술을 개발하였음

□ (우울증/건강이상 진단) 아직까지 우울감이 심해지거나 자살충동을 느끼는 것을 외부에서 감지할 수 있는 조기경보 시스템은 개발된 사례가 없고 아직까지는 본인이 스스로 신호를 보내 외부에 정보를 전달하는 수준에 머물러 있음

○ 갤럭시, 아이폰 등 최근 증가하고 있는 스마트워치에는 심혈관계, 수면 등과 같은 건강정보를 모니터링하는 기능이 탑재되어 있으나, 아직까지는 경락에서 감지되는 생체에너지 정보 등 한의학 기반의 생체정보 모니터링 기능 부재

□ (정신건강) 비대면 상담서비스를 중심으로 정신건강관리 서비스가 증가하고 있으나, 대면 상담에서의 라포 형성, 표정, 몸짓 등 비언어적 요소가 비대면 상담에서 적용되기 어렵다는 한계 존재

○ 미국의 talk space application, 캐나다의 My Psych는 주로 설문지 등으로 심리 상태를 파악한 후 그에 따른 솔루션 콘텐츠를 제공하는 기술 개발

- talk space application은 화상채팅과 문자를 통해 환자와 면허가 있는 치료사를 연결하여 집에서 치료받을 수 있도록 서비스를 제공하는 애플리케이션

- 2012년부터 시작하여 현재 200만명이 넘는 사람들이 서비스를 제공받았으며, 현재 미국 50개 주에서 약 46,000명의 실사용 고객 보유

- 동 서비스는 AI를 통해 환자의 치료세션을 분석해 행동추세를 감지하여 더 나은 치료를 제공하는 행동 및 정신과적 치료에 초점을 두고 있음

- 앱을 통해 접속하면 최초 몇가지 테스트를 통해 환자의 상태와 요구사항을 파악하고, 그에 알맞은 추천 전문가 목록을 제공한 후, 사용자는 이중 원하는 치료사를 선택하고 화상채팅과 문자로 치료세션을 진행하는 형태임

- 2021년 회사의 순이익은 2020년보다 약 69% 증가한 1억 2,500만 달러로 예상되고 있으며, 최근 합병을 통해 투자금을 유치하여 수면 치료 등 새로운 서비스군의 확장 계획을 발표함

○ 이외에도 VR mental care에 관한 소프트웨어가 PTSD, 포비아, 우울증 등 여러 정신 심리방면의 치료에 응용되고 있음

○ 국내 대표적인 서비스 애플리케이션으로 ‘트로스트’가 있으며, 이외에도 마인드카페, 헬로 마인드케어, 코끼리, 구성토크 등 다양한 심리상담 애플리케이션이 활성화되고 있고, 이용자도 점점 증가하고 있음

- 트로스트는 AI를 통해 자신에게 적합한 상담사를 추천해 주고, 셀프케어 프로그램, AI 챗봇, 매일 감정을 기록하며 자신을 돌아볼 수 있는 감정일기 등의 서비스 제공

- 마인드 카페는 고민을 올리면 댓글로 전문 상담사가 무료로 상담 댓글을 남겨주며, 무료 심리검사 및 자신을 돌아볼 수 있는 질문을 던져주는 마인드 포스트잇 등 진행

- ‘코끼리’는 전문가의 명상과 심리수업, 음악, ASMR 음원을 제공하고, 마음이 편해지는 숲’을 슬로건으로 내세워 정신과 치료 및 상담을 꺼리는 사람들이 자신의 마음을 돌볼 수 있는 콘텐츠 제공

□ (디지털 치료제) 정신질환, 신경질환 등 대부분 신약개발이 어려운 질병 치료, 예방/관리 수단으로 소프트웨어를 통합한 디지털 치료제 급증

○ IQVIA 디지털 솔루션 데이터베이스 분석¹¹⁴⁾에 따르면, 2021년 6월 현재 상업적으로 이용 가능한 약 150개의 제품을 포함하여 현재 250개 이상의 제품에서 디지털 치료제, 소프트웨어를 통합하여 개발되고 있는 것으로 확인됨

- 질병 치료를 위한 디지털 치료제가 전세계 규제기관에서 승인을 받고 있으며, 서비스 제공업체가 고품질 데이터를 생성하여 유저들에게 제공하는 등 상업적으로도 적용되고 있음
- 디지털 치료제는 일반적으로 규제기관의 시장 승인과 때로는 공급자의 처방이 필요한 개발 경로를 따라 임상 적응에 초점을 맞춰 임상효능의 근거를 만들어냄

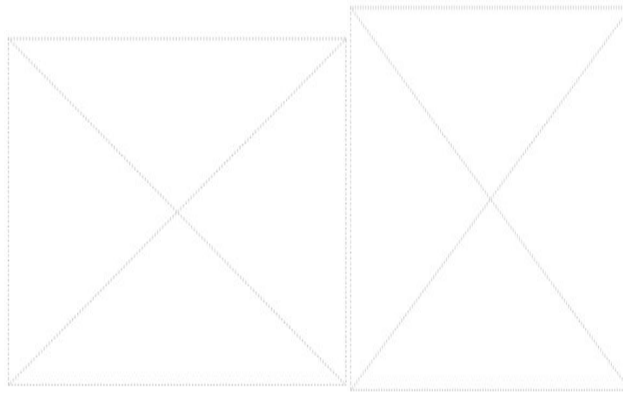


자료 : IQVIA(2021)

[그림 5-10] 디지털 치료제의 파이프라인과 개발현황

- 현재, 거의 100개에 달하는 디지털 의료기기 제품에는 당뇨병과 같이 일반적으로 광범위하게 정의된 임상상태를 해결하고 제공자 또는 코치의 적극적인 참여가 필요한 개별 요구에 맞게 조정되거나 개인맞춤형 관리가 가능한 플랫폼이 포함됨
 - 25개 승인된 디지털 치료제 중 9개는 미국, 19개는 유럽, 1개는 일본에 있음
- 정신질환과 신경계 질환 등 대부분 신약개발이 어려운 분야를 중심으로 개발 추세
- 2021년 기준, 25개 이상의 디지털 치료제 제품이 시장출시 승인을 받아 절차를 판매가능하게 되었는데, 주로 PTSD, ADHD, 약물/담배 중독, 통증, 불면증 등을 포함한 정신건강 및 행동교정 분야에서 주로 나타남
 - 임상시험에서는 2/3 이상이 신경 및 정신질환에 집중되어 있고, 대부분 내분비계, 종양, 심혈관질환을 앓고 있는 환자들을 대상으로도 치료 일부로 인지행동치료(CBT)로 활용되고 있음
 - 현재, 위험성이 적은 기기 23개가 상업적으로 이용가능하고 정신건강 및 행동치료 분야에서 적용되고 있음

114) IQVIA, Digital Health Trends 2021, JULY 2021.



자료 : IQVIA(2021)

[그림 5-11] 디지털 치료제의 주요 질환 분야

□ (전자약) 특정 부위만 자극하는 치료방법으로 부작용이 낮다는 점에서 난치질환 등 치료에 활용이 가능해 의약품 시장에서 주목

- 뇌 질환 개선, 뇌 기능 향상이라는 직접적인 효능을 제공할 수 있는 기술들의 임상 및 상용화가 서서히 시작되고 있고, 신호의 크기가 매우 작은 생체신호의 효율적 측정을 위해 피부와 접촉면을 늘리고, 전극과 피부사이의 계면 임피던스를 최소화하려는 노력 지속
- 전자약은 특정 부위만 자극해 부작용이 낮고 난치 질환 등 다양한 질병 치료에 활용이 가능해 의약품 시장에서 주목받고 있으며 특히 신경조절 기술 기반의 치료기기에 대한 수요도가 빠르게 높아지고 있고, 우울증, 불안, 불면, 인지 치료에도 확장되고 있음
- 컴퓨터를 활용한 인지치료 연구로 뇌손상 후 인지장애를 보이는 환자들에게 고식적인 재활치료와 더불어 컴퓨터를 이용한 인지치료를 병행하는 것은 인지치료 회복에 효과적으로 도움을 줄 수 있으며, 한국형 컴퓨터 기반 인지재활 프로그램의 효과에 관한 연구에서 컴퓨터 기반 인지재활의 임상효과가 증명됨
- ※ 국내 문화와 정서에 맞는 그림과 디자인을 적용한 한국판 컴퓨터 기반 인지재활 프로그램이 개발되었으며, 대표적인 사례로 ComCog®, CoTras®, 브레인 닥터® 등이 있음

3. 추진 방향 및 전략

미래질병을 “약 대신, 부작용 없이 치료”

심신통합적이고 다중요소 기반의 한의학과 최첨단 ICT기술 간
융합을 통한 첨단의료기기 원천기술 개발

※ 질병 예방·진단·치료·관리 등의 의료영역으로 환자 대상 의료기기 사용을 위한 임상시험 승인,
의료적 중재 및 의료보험 수가 필요

□ 한의 융복합 진단기기 개발

○ 개인별 차이를 모니터링하고, 질병의 경미한 정도(미병(未病) 단계)를 포착하는데 장점이 있는 한의 융복합 진단기기 개발

* 한의-바이오 센서 기술, 한의생체정보 모니터링 및 자율 판단 AI 기술

- 향후, 원격진료 원천기술로서 한의 원격진료 모델과 연계 가능

□ 차세대 융복합 치료기기 개발

○ 비약물 중재방법으로 부작용 등의 기존 약물치료 한계를 극복하는 융복합 치료기기로 디지털치료제, 전자약 등 다양한 형태로 개발

- 심신뿐만 아니라 우울증, 수면장애, 약물중독, ADHD 등 정신·신경계 질환을 한의학적 접근을 통해 부작용 없이 예방·관리하고 치료

* 고혈압, 약 대신 혈자리 자극으로 치료 가능한 기전 규명(KIOM, 대구한의원, '19), [붙임1] 참조

* 바이오 융합 한의 전자약/디지털 치료제, 생리기능 활성화, 우울증/통증 치료

- 향후, 원격진료 원천기술로서 한의 원격진료 모델과 연계 가능

4. 주요 연구내용

<표 5-5> 「한의 융복합 첨단 의료기기 개발」 (융합연구-전략2)의 중점분야 및 내용

중점분야	추진과제
한의 융복합 진단기기 개발	◦(심뇌혈관) 심뇌혈관계 질환 예방/모니터링을 위한 스마트 웨어러블 맥(脈) 와치 개발
	◦(건강이상) 건강이상을 조기에 감지할 수 있는 경락경혈 모니터링 기술(장비) 개발
	◦(우울증) 자살충동 예방을 위한 우울증 조기 감지 시스템 기술(장비) 개발 ※ 우울증 관련 경락경혈의 생체에너지 신호 측정
차세대 융복합 치료기기 개발	◦(전자약) PTSD, 포비아, 불안, 우울 등 철정상 케어 기술 개발 ※ 한의학적 철정 진단, VR 치료-경혈자극 치료 연계
	◦(전자약, 디지털치료제) 이미지 빅데이터 분석 기술을 활용한 사상체질 분류기반 한의 디지털 멘탈케어 플랫폼 개발 및 상용화
	◦(전자약, 디지털치료제) 체표 자극기술 기반 생체조절 기반 비약물 의료기술 개발

5. 사업 규모(안)

☐ 과제당 연구기간 및 연간 예산 규모

- 과제당 최소 5년 이상의 연구기간이 필요하고, 연간 5-10억원 예산 예상

☐ 과제당 투입 인력자원

- 과제당 박사급 1-5명, 석사급 3-6명, 치료사를 포함한 학사급 2-10명 등 최소 12명으로 구성된 연구팀 필요

6. 기대효과

☐ 사회적 효과

- 최종적으로 개발되는 연구성과를 통해 건강이상 징후를 조기진단이 가능해짐으로써 재정 부담 문제가 심각한 의료비 안정화와 국민의 삶의 질 제고에 기여 가능
- 약을 제대로 복용하지 않아 만성질환이 악화되는 문제를 해결하고, 약물 투약 의료부작용으로 인한 사회적 비용을 낮춤으로써 미래사회의 다양한 변화 속에서 국민의 안정적 생활 기반을 마련할 수 있고, 의료 비용 대비 효과성 제고 가능
- 또한, 우울 및 불안을 감소시켜 사회적 문제가 되고 있는 자살률 감소에 근본적 치료로 도움을 줄 것으로 기대되며, 1인가구의 증가와 고령화시대에 맞춤형 의료서비스 대안으로 활용 가능

☐ 경제/산업적 효과

- 한의학 기반 의료기기 개발을 통해 헬스케어 산업에 새로운 콘텐츠를 제공함으로써 예방 의학 산업에서 경쟁력 확보 가능
- 심뇌혈관 등 미래질병에 대한 일상 건강정보의 변동성을 추적/관찰함으로써 급격한 환경 변화, 스트레스, 과격한 활동 등을 통한 위험성을 감지할 수 있기 때문에 이러한 건강정보를 활용한 새로운 예방의료 서비스 창출에 기여 가능
 - 의료개혁, 환자와 서비스 제공자 간의 관계 강화, 의료정보의 빅데이터화 등으로 헬스케어 산업의 지속적인 성장 가능
- 미래질병에 대한 일상케어, 스트레스 케어 등의 수요 증가와 모니터링 의료기기 산업 성장이 맞물려 예방의학 영역, 보완대체의학 시장에서 경쟁력 확보 가능

제6절 (융합연구-전략3) 한의 디지털 헬스케어 서비스 개발

1. 추진 배경 및 필요성

□ (사회적 니즈) 예방의학의 중요성이 고조되면서 최적의 솔루션으로서 한의학적 방법 주목

- 현대 보건의료 발전은 인류의 평균수명을 연장시켰으나, 사회경제적으로 선진국일수록 식습관과 생활양식의 변화로 만성질환의 질병구조를 가속화함
- 이러한 전 세계적 고령인구와 만성질환의 증가추세는 국가적 차원의 체계적 대응을 요구하기에 이루고 있음
- 이로 인한 국가재정의 부담은 상당할 것으로 예상되는 가운데, 의료비 지출을 줄이기 위한 최선책으로 질병이 발생하기 전에 미연에 방지하는 것이 중요하다는 예방-관리의 중요성이 점점 커지고 있음
- 특히, 질병치료 이전의 예방의학적 관점에서 심신의 상태를 개인별로 관리해 줄 수 있는 방법으로서 한의학은 예방의학에 대한 솔루션을 이미 가지고 있음
- 예를 들어, 한의학에서 다루는 “개개인에 따라 일상생활에서의 식이, 운동, 정신, 신체의 맞춤관리를 제공하는 사상의학은 임상적 측면에서 한의학에서 다루는 미병과 연관성이 높다(김수정 등, 2017)¹¹⁵⁾는 점이 보고되고 있음

□ (경제적 니즈) 최근 퇴행성 근골격계 질환이 연령과 상관없이 증가하고 있는 추세로 국민건강보험 재정 부담을 가중하고 있어 이에 대한 대응 필요

- 인구 고령화에 따라 치매, 파킨슨병 등 노화관련 퇴행성 질환 케어 및 치료에 디지털 헬스케어 기술 도입 및 적용에 대한 니즈 증가
 - 의료산업의 인력 및 자원 부족, 커지는 의료비 부담, 노화로 증가하는 퇴행성 질환 환자 돌봄 및 조호비용 등의 문제해결을 위해 디지털 헬스 기술이 요구되는 상황
- 퇴행성 근관절 질환의 경우, 과거 노인성 질환으로 여겨졌으나 최근 비만인구 증가로 나이와 관계없이 젊은 층까지 확대
- 이로 인해 한의약 건강보험 급여비 중 근골격 7개 질환(등통증, 어깨병변, 연조직장애, 근육장애, 발목 등 염좌, 요추 염좌, 목 염좌) 비중이 2010년 48.6%에서 2017년 55.3%로 증가하여 점차 국민건강보험 재정 부담 가중
 - 세계적으로 비만과 그에 따른 합병증 관리에 대한 재정적 부담은 사회경제적 비용을 초래할 뿐 아니라, 늘어나는 기대 수명 속에서 삶의 질에도 영향을 미침
 - 퇴행성 근골격계 질환의 경우, 완치의 개념이 아닌 지속적인 치료 개념으로 다뤄지기 때문

115) 김수정/배광호/이은영/이시우, 사상체질에 따른 미병과 삶의 질에 관한 연구, J Sasang Constitut Med 2017;29(1):21-28 <https://doi.org/10.7730/JSCM.2017.29.1.21>

에 장기간에 걸쳐 의료비 지출 지속

□ (기술적 니즈) 다면적 접근방법이 필요한 퇴행성 질환에서 한의학적 방법 접목 중요성 대두

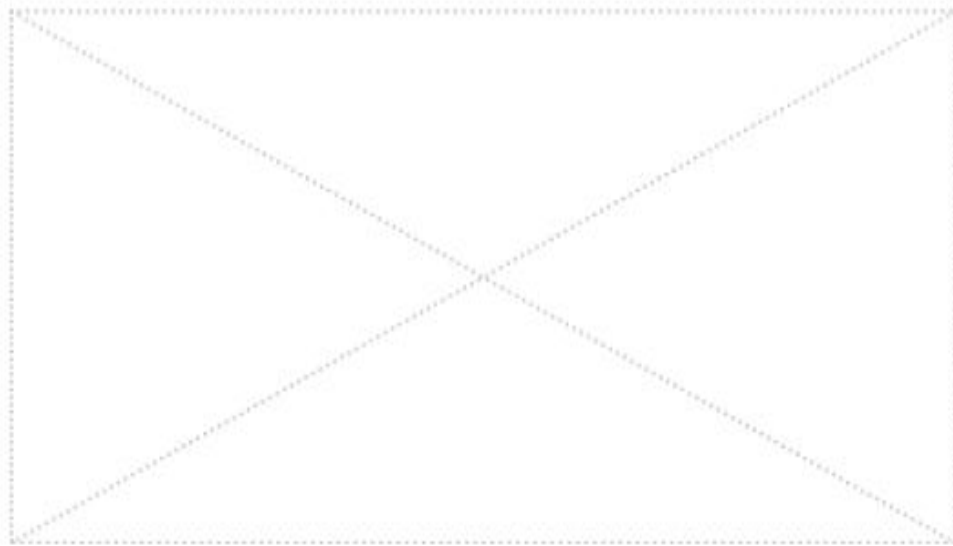
- 고령화사회 진전과 함께 퇴행성 질환이 증가하면서 심신을 통합적으로 접근하는 접근방법에 대한 수요도 함께 커지고 있으나, 이러한 접근이 가능한 한의학에서는 해당 기술개발 부족
- 특히 근골격계 질환자의 경우 기존의 고강도 운동으로는 해결할 수 없어 다면적 치료방법이 요구되나 한의학적 방법을 활용한 서비스 개발사례는 부재
 - 운동은 치매, 파킨슨 등 만성질환 환자들에게 좋은 치료법(Reuter & Engelhardt, 2002)이나, 노인환자에게서 고강도의 운동은 오히려 위험할 수 있어(Kuroda et al., 1992), 태극권, 한방 기공과 같은 저강도의 심신운동, 조용하고 부드러운 동작으로 신체에 무리를 가하지 않으며, 장소에 구애받지 않고 특별한 기구 없이도 운동할 수 있는 운동법이 추천됨(Chen et al., 2006)

2. 국내외 기술동향

□ (디지털 트윈 기술 적용 가능성) 디지털 트윈은 최근 사물인터넷, VR/AR/XR, 인공지능 기술과 접목하면서 한의학에서는 장기질환자 모니터링에 적용 가능

- 디지털 트윈 기술은 데이터를 기반으로 컴퓨터 속에 현실에서 발생할 수 있는 상황을 시뮬레이션하여 발생가능한 일을 미리 예측하는 기술임
- 이러한 특성 때문에 데이터 기반으로 실세계의 시각화하여 보건의료 분야의 적용 가능성을 보이고 있으며, **한의학에서는 특히 장기 질환자의 주치의 보조 형태로 활용 가능**¹¹⁶⁾
 - 디지털 트윈은 병원에 입원하지 못하는 장기환자, 예를 들어 혈압, 당뇨환자, 희귀질환 환자 그리고 기저질환을 갖고 있는 노년층에 대한 원격 환자 모니터링 시스템으로 활용 가능
 - 이를 구현하기 위해서는 병원이 아닌 자택이나 요양시설에 머물러 있는 장기환자들의 바탈, 혈당측정 등을 위한 센서 개발이 동시에 필요함
 - 예를 들어, 환자들이 착용가능한 웨어러블 기기(혈압, 맥박, 체온, 심박수 등 생체신호 센싱이 가능한 기기)와 환자가 화장실을 다녀오면 자동으로 당수치 등을 측정하여 원격의 디지털 트윈으로 데이터를 전송하는 장치 개발이 필요함
- 환자 자체적으로 체혈이나 바이탈 사인을 측정하는 것이 어려운 장기환자들은 센서개발이 전제되어야 하는 문제가 있으나, 간호사가 상주하는 요양시설에는 바로 도입 가능함
- 디지털 트윈 기술을 활용하게 되면 원격으로 장기 환자를 모니터링하여 위급상황인지 아니면 1차병원 또는 처방만으로 대응할 수 있는지 판단가능하므로 환자를 돌보는 입장이나 의료비용적 측면에서 사회적 비용을 크게 감소시킬 수 있음

116) 고대식/윤수근(2021), 의료분야 디지털 트윈의 활용방안



자료 : 고대식/윤수근(2021), 의료분야 디지털 트윈의 활용방안

[그림 5-12] 의료분야 활용을 위한 디지털 트윈 기술 아키텍처

□ (한의학과 재활) 한의학 재활과 의학, 공학과의 학제간 결합을 통해 다양한 연구 진행

- 침과 전기의 융합인 전기침은 현재 한의학에서 뇌졸중 이후 편마비 치료에 가장 널리 사용되는 치료법으로, 여기에 융합가능한 최신기술로는 로봇공학, 초단파, 반도체 레이저, 초음파/고압 산소 등을 들 수 있음
- Zhang 등(2019)¹¹⁷⁾은 침과 Lokohelp 로봇을 이용하여 급성 허혈증 뇌졸중 편마비 환자를 치료하여 환자의 신경학적 결함을 크게 개선시켜 환자의 보행능력, 균형기능, 운동, 일상생활 활동을 향상시킴
- 또 다른 연구(2019)¹¹⁸⁾에서는 뇌졸중 1기 어깨-손 편마비 환자에서 초단파 요법과 결합된 재활훈련이 유의한 결과를 보였으며, 반도체 레이저를 적용한 전기침술, 재활훈련이 좋은 임상효과를 얻고 있음
- 이러한 학제간 결합은 환자를 치료하고 회복을 돕는 것 외에도 빅데이터를 이용하여 뇌졸중 편마비 발병률과 예후를 예측하는데에도 사용되기 시작함
 - Chen and Song(2019)는 뇌졸중 재발위험을 평가하기 위해 빅데이터를 기반으로 뇌졸중 재발 예측모델을 구축하고 83% 예측 정확도를 보였고, 재발에 영향을 미치는 요인으로 연

117) M. Zhang, Clinical Observation of Acupuncture Combined with Lokohelp Robot Rehabilitation in Patients with Acute Ischemic Stroke hemiplegia, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei, China, 2019.

118) H. Li and D. Lai, "Ultrashort wave combined with exercise therapy treatment for hemiplegia patients with shoulder hand syndrome I period clinical curative effect," Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, vol. 29, no. 17, pp. 144-145, 2019.

령, 고혈압, 중성지방, 관상동맥심장질환, 고혈압 가족력, 체지방지수, 총 콜레스테롤, 호모시스테인, 고밀도지단백을 도출함¹¹⁹⁾

- Liang et al.(2020)¹²⁰⁾도 빅데이터를 활용하여 “인터넷 + 장애인 지역사회 재활”이라는 모델을 기반으로 뇌졸중 플랫폼을 구축하여 뇌졸중 환자의 재활의 표준화된 모델과, 재활에 대한 정보공유 플랫폼도 함께 제공함

- 이외에도 뇌영상과 빅데이터가 결합한 연구들이 뇌졸중 환자회복 예측모델 개발을 위해 이루어지고 있음

- 우리나라의 경우 착용형 재활치료 훈련장치 기술의 특허장벽 분석결과, 기업체 및 연구기관의 연구활동 및 특허출원 양상을 보이나, 아직은 ICT 기술 기반의 건강관리 기술개발은 저조한 수준

3. 추진 방향 및 전략

“질병 발생 전 예방·관리”

심신통합적이고 다중요소 기반의 한의학과 디지털기술을 접목한 일상 건강관리 서비스

- ※ 고령화 시대 의료비 부담 경감을 위해서는 **의료적 중재 없이, 손쉽게 할 수 있는 일상건강관리**를 통한 건강수명 제고와 질병 예방이 중요
- ※ 만성질환, 통증관리 등은 심리적 요인이 신체적 요인과 건강에 영향을 미치는 복합원인 질환으로, 심신통합적이고 다중요소 기반의 한의학적 접근이 필요

□ 디지털 건강관리 모니터링 기술 개발

- ICT 및 디지털 기술과 융합을 통해 일상의 다양한 개인건강정보를 수집·활용하여 개인의 주도적인 디지털 건강관리 모니터링이 가능

- VR, AR, MR 및 라이프로그 데이터를 활용한 한의 기반의 디지털 트윈 등으로 개인별 건강을 모니터링하고 지속 관리

* 개인건강정보 기반 건강예측모델(한의정보+오믹스+라이프로그+건강기록 등)

* 한의 디지털 트윈 건강관리 서비스, VR·AR·MR 활용한 한의 건강관리기술

□ 디지털 심신케어 기술 개발

- ICT 및 디지털 기술과의 융합으로 개인이 일상에서도 한의학을 통해 신체적·심리적 상호

119) L. Chen and L. Song, “Construction of a prediction model for stroke recurrence based on big data,” Internet of Things Technologies, vol. 9, no. 6, pp. 50-54, 2019.

120) H. Liang, H. Cai, J. Wen, H. Hu, J. Wang, and L. Jin, “Stroke’s ICF big data platform based on new model of “Internet Plus Disabled Community Rehabilitation,” China Medical Engineering, vol. 28, no. 1, pp. 4-7, 2020.

작용을 모두 고려한 자기 주도적 심신케어가 가능

* 일반 개인을 대상으로 영양, 운동, 수면, 비만관리 등 일상영역에서 활용 가능

* 뇌과학 기반 한의 뇌건강 증진기술 개발(치매예방, 스트레스, 불안장애 등 뇌건강)

4. 주요 연구내용

<표 5-6> 「한의 디지털 헬스케어 서비스 개발」 (융합연구-전략3)의 중점분야 및 내용

중점분야	추진과제
디지털 건강관리 모니터링 기술 개발	◦라이프로그 데이터 기반 퇴행성 근관절 건강 한의 디지털 트윈 기술 개발
	◦VR·AR·MR 기반 개인별 디지털 트윈 건강 예측 및 관리 모니터링
디지털 심신케어 기술 개발	◦기공 기반 퇴행성질환 예방·재활 디지털 치료기술 개발
	◦일상 심신케어(영양, 운동, 수면, 비만관리 등) 기술 개발
	◦한의 뇌건강(치매, 스트레스, 불안장애 등) 증진기술 개발

5. 기대효과

☐ 사회적 효과

- 고령화 진전에 따른 퇴행성 질환의 선제적 예방을 통해 연간 1인당 2천만원으로 추산되는 환자의 조호 비용 절감¹²¹⁾을 통해 건강보험 재정의 건전성 확보 가능
- 동 연구로 도출되는 환자 라이프로그는 AI 지능형 관리 서비스 개발을 가능하여 한의학의 디지털 헬스케어 서비스 개발에 활용 가능
- 지속적인 환자 모니터링을 통한 개인맞춤형 의료 및 사후관리 서비스 제공을 통해 환자의 빠른 일상복귀 유도로 사회적 비용 절감 가능

☐ 경제·산업적 효과

- 재가 관리가 가능해짐에 따라 헬스케어 서비스의 범위를 확대하고, 동시에 기존 한방의료 서비스 고도화 가능

121) 이옥진, 김유정, 김은샘, 김빈나, 김보아, 배종빈 & 김기웅 2019. 국제 치매정책동향 2019

제6장 선행사업 및 유사사업과의 중복성·차별성 검토

□ 사업단위 중복성 검토

○ 선행/유사사업에 대한 분석을 통해 중복성, 연계성 검토

<표 6-1> 차별성 검토를 위한 관련 선행·유사사업

사업명	부처명	사업기간	'21년 정부연구비 (백만원)
(바이오/의료기술개발사업의 내역) 전통천연물기반유전자-동의보감사업	과기부	'12-'22	9,500
한의학기반융합기술개발	복지부	'18-'22	6,630
범부처 전주기 의료기기 연구개발사업	다부처 (과기부/복지부/산업부)	'20-'25	과기부: 59,609 복지부: 60,200 산업부: 64,100
(바이오/의료기술개발사업의 내역) 첨단 GW 바이오	과기부	'19-	17,618
범부처 국가신약개발사업	다부처 (과기부/복지부/산업부)	'21-'30	-

1. 전통천연물 기반 유전자-동의보감사업('12-'22)¹²²⁾¹²³⁾

□ 사업개요

- (주요 내용) 한의학 고문헌에서 천연물 소재를 선택하여 MC·MT 작용 원리를 시스템 차원에서 규명하는 융복합 원천기술 개발
 - 천연물 복합성분이 인체에서 작용하는 시너지 효과를 가상인체 컴퓨터 모델과 바이오 오픈스 융합원천기술로 규명하여 헬스케어 신소재 발굴
- (지원내용) 전체 사업기간을 3단계로 구분하고 다음의 5가지 요소기술에 대해 단계별로 추진하고, 요소기술간의 연계와 융합을 고려한 융복합 원천기술개발 추진

122) 과기부, 2021년도 전통천연물기반유전자-동의보감사업 신규과제 선정계획 공고

123) 전통천연물기반유전자 동의보감사업단/과기부/한국연구재단, 전통천연물유전자-동의보감사업(Ⅱ) 제1단계 보고서, 2019.01.

- 모델 : 전통 천연물 효능 해석 및 예측 기술
- 소재 : 전통천연물 유망소재의 MC 분석기반 기술
- 표적 : 바이오융합기술 기반 전통천연물의 다중분자표적 검증기술
- 마커 : 전통천연물 멀티오믹스 기반 맞춤형 바이오마커 기술개발
- 인체 : 인체시험 기반 전통천연물 안전성/효능검증 기술개발

○ (사업기간) 사업은 총 10년 동안 3단계에 걸쳐 진행되고 있음

- 1단계 연구기간 : 2012.9.1. ~ 2015.8.31.(3년)
- 2단계 연구기간 : 2015.9.1. ~ 2018.8.31.(3년)
- 3단계 연구기간 : 2018.9.1. ~ 2022.8.31.(4년)

□ 동 사업과의 차별성

- 한약 소재 선택뿐만 아니라 한의학 이론 및 처방의 고유한 작용 원리를 규명하는 연구라는 점에서 전통천연물 기반 유전자-동의보감사업(이하, 동의보감사업)과 차별화
 - 천연물 소재 선택의 근거를 한의학 고문헌에서 도출하나, 한의학 이론 혹은 처방의 원리를 밝히는 것은 동 사업에서는 미포함
- MC·MT 관련 한의학 이론(군신좌사:君臣佐使 등)의 현대적 해석을 바탕으로 MC·MT 작용 원리를 새로운 관점에서 규명한다는 점에서 동의보감사업과 차별화
 - 동의보감 사업에서는 멀티오믹스 등을 활용하여 천연물 유래 단일성분의 작용 효과를 주로 밝히고 있으나, MC·MT를 규명하는 성과 창출은 전무
- 동 사업이 한의학적 치료가 강점을 갖는 질환을 타겟으로 선정한다는 점에서 동의보감사업과 차별화
 - 단계 혹은 연차별로 기준 질환(암, 비만, 당뇨 등)을 선정하고 성과를 집중적으로 도출한다는 점에서 동의보감사업과 차별화

2. 한의기반 융합기술개발('18-'22)¹²⁴⁾

□ 사업개요

- (사업목적) 첨단의료 및 과학기술의 융합을 통한 국민건강 증진을 위한 기반(치료기술개발 등) 마련 및 한의약 산업 육성(신제품 개발)
 - 성과목표로는 의·한 협진 임상연구의 과학적 수준 향상 및 한의융합 제품 개발 활성화로

¹²⁴⁾ 2021년도 국가연구개발상비 상위평가 보고서 -중간평가-, 2021

설정하고 있어, 연구결과물은 임상시험 진입과 사업화로 도출됨

○ (사업내용) 「한의융합 다빈도·난치성 질환 대응기술개발」과 「한의융합 제품기술개발」로 구성

- 한의융합 다빈도·난치성 질환 대응기술개발 : 다빈도 난치성 질환 중 한의약이 장점을 지닐 수 있는 질환에 대한 의·한협진 치료·관리 기술 개발 지원
- 한의융합 제품기술개발 : 현대 과학기술에 기반한 한의약의 진단, 치료, 예방기술의 유효성과 안전성, 편의성 제고 기술을 통한 기능성 침구 등 개량형 한의 의료기기 개발 지원

□ 동 사업과의 차별성

- 동 사업이 한·양방 협진에 기반하여 치료·진단기술을 개발하고 임상연구를 통해 효능 검증 및 사업화 추진한다는 점에서 한의기반 융합기술개발사업과 차별화
- 동 연구는 한·양방 협진보다는 다양한 분야(IT, BT 등)와의 융합을 목적으로 하며, 전임상까지의 기초연구를 연구 범위로 설정

3. 범부처 전주기 의료기기 연구개발사업('20-'25)

□ 사업개요

- 범부처 차원(과기/산업/복지/식약)에서 R&D -> 임상/인허가/제품화' 전주기 지원으로 ① 글로벌 제품개발, ②미래의료 선도, ③의료복지구현, ④사업화 역량 강화를 목표로 내세움

- 사업의 주요 내용은 위의 4개 목표별로 다음과 같이 추진방향을 수립함

- (1내역 : 글로벌 제품 개발) 의료현장 수요를 반영한 시장지향 프리미엄 의료기기 의료체계 고도화 의료기기 개발
 - 중점개발내용 : 유방암 진단용 초음파 융합영상 및 생검시스템, 지능형 치과진단 및 보철치료 통합솔루션, 뇌전용 양전자방출, 단층촬영기 등
 - 기대효과 : 국내 산업기반이 확보된 시장지향형 제품에 대한 프리미엄화 및 수입의존도가 높은 제품 대체
- (2내역 : 미래의료 선도) 장애극복을 위한 의료기기, 실버의료기기 및 의료격차해소 의료기기 개발
 - 중점개발내용 : 전자제어식 하지의지, 근골격계 기능회복 시스템, 현장진단용 심장초음파 영상기기 등
 - 기대효과 : 고령화 및 장애 대응 의료기기의 제조기반 강화 및 제품의 실증 지원
- (3내역 : 의료복지 구현) 미래기술 융합 기반으로 병원-환자 또는 병원-병원 간 초연결을 통해 치료/진단/재활 의료서비스 수준 개선

- 중점개발내용 : 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 바이오센싱 등 미래기술을 융합한 스마트 의료기기 및 응용 플랫폼 개발
- 기대효과 : 헬스케어 플랫폼 고도화를 통한 신시장 창출 및 의료산업의 디지털 전환 촉진
- (4내역 : 사업화 역량 강화) 의료기기의 신속한 시장진입을 위한 국내·외 허가용 임상시험 및 맞춤형 인허가 지원
- 중점개발내용 : 연구자 임상시험, 국내·외 허가용 임상시험, 시판 후 임상시험, 신뢰성 평가기술 및 표준 개발
- 기대효과 : 국내 의료기기의 임상적 문헌 근거 창출 및 연구개발(1~3내역) 성과물의 사업화 성공 지원

□ 동 사업과의 차별성

- 범부처 전주기 의료기기 연구개발사업은 양방 및 치과 의료기기 시장 중심의 프리미엄 의료기기 개발, 의료격차해소 체계 개발, 의료서비스 개선 및 사업화를 목적으로 함
- 여기에서는 한의학 R&D 아이템은 연구대상이 아님

4. 첨단 GW 바이오 사업(내역사업)¹²⁵⁾¹²⁶⁾¹²⁷⁾

□ 정의 및 기술개발 범위

- (그린바이오) 안전한 먹거리 공급과 고부가가치 농생명 소재산업 육성을 위한 생명공학기반의 과학기술 분야로, 주로 다음과 같은 연구내용을 다룸
 - 주로 식물의 생산, 증식 및 보존, 형질전환과 같은 유전공학 등의 분야 포함
 - 식물/동물/미생물의 생산, 농약 및 비료, 식품, 사료, 바이오연료, 바이오의약품, 유전자변형 생물체(GMO) 등으로 범위 구분
- (화이트바이오) 지구온난화, 자원고갈 등 환경변화에 대응하여 생물자원 및 생물공학 기술을 활용해 에너지와 소재 등을 생산하고 관련 산업과 서비스를 창출하는 바이오 분야로 주로 바이오 기술이 화학산업에 접목되는 기술개발
 - 기술개발 범위는 식물, 미생물, 폐자원 등의 바이오매스를 원료로 젖산, 숙신산, 부탄올 등의 물질과 이를 추가 가공한 섬유, 플라스틱, 바이오연료 등 포함

125) 과학기술전략연구소/한국연구재단, 그린/화이트바이오 기술개발 전략 수립 및 기획연구, 2019

126) 과기부, 2021년도 바이오/의료기술개발사업 시행계획, 2020.12.

127) 한국연구재단, 천연물 혁신성장 선도프로젝트, 2019년 바이오의료기술개발사업 3차 첨단 GW 바이오분야 신규과제 주제 안내서

□ 사업개요

- (사업목적) 천연물·장내미생물·바이오에너지 등 생명 현상의 이해와 생명활동을 기반으로 다양한 분야로 활용 가능한 범용 기반 원천기술 개발
- (사업내용) 다음의 4가지 세부내용으로 구성
 - 미생물제어 및 응용 원천기술개발 : 한국인 주요 장내미생물 बैं킹 및 플랫폼 기술 확립과 활용
 - 천연물 확보 및 가치제고 기술개발 : 한반도 천연물의 고부가가치화를 위한 과학화-표준화 기술 개발
 - 친환경 바이오 기반기술개발 : 차세대 생분해 소재, 난분해성 소재의 생분해 등 글로벌 경쟁력을 갖춘 차세대 바이오 소재 관련 핵심 기술개발을 통한 응용 및 상용화 기반 마련
 - 첨단 GW 바이오 사회 밀착형 지원 : 첨단 GW 바이오 분야 과학기술 개발을 통해 국민생활과 밀접한 사회문제를 해결함으로써 국민 삶의 질을 향상

□ 동 사업과의 차별성

- 동 사업에서는 한의학적 진단지표와 현대과학적 방법론을 융합한 장내 미생물 연구를 추진한다는 점에서 차별화
 - 첨단 GW 바이오 사업의 미생물제어 및 응용 원천기술개발은 한국인 주요 장내미생물 बैं킹 (동정, 분류, DB화 등) 및 플랫폼 기술 확립을 목표로 함
- 첨단 GW 바이오 사업에서는 그간 한의약 과제 지원은 미미한 수준*, 한의학 이론과 처방 기반의 소재 발굴과 다중요소 중심의 연구성과 창출을 목표로 함
 - * ('19~'21) 총 22개 중 한의약 과제(한의약 효능 및 기전 확인)는 1개(4.5%)에 불과
 - 첨단 GW 바이오 사업의 천연물 확보 및 가치 제고 기술개발은 천연물의약품, 건강기능식품, 화장품 원료 등에 활용 가능한 기능성 소재 발굴을 목표로 함

5. 범부처 국가신약개발사업

□ 사업개요

- 유효물질 발굴에서 임상 2상에 이르는 전주기 신약개발 지원을 통해 기초단계 성과의 실용화 단계 진입 활성화

□ 동 사업과의 차별성 및 연계성

- (차별성) 동 사업이 한약이론에 기반한 융합한약 소재 도출 기초·융합연구를 대상으로 한다는 점에서 차별화

－ 국가신약개발사업의 경우, 신약 기반확충을 위한 파이프라인의 지속적 공급, 주요 단계별 장벽 해소로 사업화를 중점으로 하나, 한약 대상 과제는 없음

○ (연계성) 동 사업의 융합한약 성과를 국가신약개발사업의 초기 파이프라인에 연계 가능

<표 6-2> 선행사업과의 차별성·연계성 분석결과

선행사업	주요내용	차별성·연계성
[과기부] 유전자 동의보감사업	한의학 고문헌에서 천연물 소재를 선택하여 MC·MT 작용 원리를 시스템 차원에서 규명하는 융복합 원천기술 개발	■ 한약 소재 선택 뿐 만 아니라 한의학 이론 및 처방의 고유한 작용 원리를 규명하는 연구 ■ MC·MT 관련 한의학 이론(군신좌사:君臣佐使 등)의 현대적 해석을 바탕으로 MC·MT 작용 원리를 새로운 관점에서 규명 ■ 한의학적 치료가 강점을 갖는 질환을 타겟으로 선정
[복지부] 한의기반 융합기술 개발 사업	한·양방 협진에 기반하여 치료·진단기술을 개발하고 임상연구를 통해 효능 검증 및 사업화 추진	■ 한·양방 협진보다는 다양한 분야(IT, BT 등)와의 융합을 목적으로 하며, 전임상까지의 기초 연구를 연구 범위로 설정
[법부처] 전주기 의료기기 사업	양방 및 치과 의료기기 시장 중심의 프리미엄 의료기기 개발, 의료격차해소 체계 개발, 의료서비스 개선 및 사업화에 목적	■ 동 사업에서 한의학 R&D 아이템은 연구 대상이 아님
[과기부] 첨단 GW 바이오 사업	천연물·장내미생물·바이오에너지 등 생명 활동 및 현상 이해를 기반으로 다양한 분야로 활용 가능한 범용 원천기술 개발	■ 한의학적 진단 지표와 현대과학적 방법론을 융합한 장내 미생물 연구를 추진하여 차별화 ■ 그간 한의약 과제는 미미, 한의학 이론과 처방 기반의 소재 발굴과 다중요소 중심의 연구성과 창출이 목표
[법부처] 국가신약개발사업	유효물질 발굴에서 임상2상에 이르는 전주기 신약개발 지원을 통해 기초단계 성과의 실용화 단계 진입 활성화	■ (차별성) 한약이론에 기반한 융합한약 소재 도출 기초·융합연구 ■ (연계성) 융합한약 성과를 동 사업의 초기 파이프라인에 연계 가능

제7장 미래융합한의학 발전전략 투자전략

제1절 평가 개요

□ 세부전략 평가 및 절차

○ 실무위원회를 통해 미래융합한의학 발전전략 12개 세부전략별로 평가 수행

※ 미래융합 한의학 발전전략(안)은 6대 전략 12개 세부전략으로 구성, 세부전략별로 제안된 연구개발 과제 1-3개 과제를 매칭시킴

<표 7-1> 미래융합한의학 발전전략 구성(안)

구분	추진전략	세부전략
기초/ 기반연구	1. 한의 기초이론의 과학적 해석	(1-1) 한의학 기초이론의 현대 과학적 해석 및 규명 (1-2) 한의진단 치료의 표준화 및 과학적 해석
	2. 한의 치료기술의 과학적 기전 규명	(2-1) 한의 강점 질환치료 기술의 과학적 기전 규명 (2-2) 미래질병 대응 한의기술의 과학적 기전 규명
	3. 한의정보/지능화 플랫폼 구축	(3-1) 한의정보 수집 공유 플랫폼 구축 (3-2) 한의지능화 활용 플랫폼 구축
융합연구	4. 바이오융합 한약기술 개발	(4-1) 바이오 융합 소재/한약 개발 (4-2) 한약 바이오 산업화 플랫폼 기술개발
	5. 한의융복합 첨단 의료기기 개발	(5-1) 한의 융복합 진단기기 개발 (5-2) 차세대 융복합 치료기기 개발
	6. 한의디지털 헬스케어 서비스 개발	(6-1) 디지털 건강관리 모니터링 기술개발 (6-2) 디지털 심신케어기술 개발

○ 12개 세부전략별 주요 내용 및 후보연구개발과제 검토 → 중요도 및 시급성 평가 → 평가 결과 취합 및 점수 환산 → 세부전략별 우선순위 결정

□ 평가기준별 주요 내용

○ 평가기준은 크게 「중요도 평가」, 「시급성 평가」로 구성, 「중요도 평가」는 다시 ①기술적 중요도, ②보건의료 이슈해결 중요도, ③경제적 중요도로 세부 평가항목을 구분하여 평가 실시

평가기준 1) (기술적 중요도) 해당 세부전략이 새로운 연구지원 영역을 개척하거나 선도적인 연구를 지원하여 국가위상 및 경쟁력을 제고할 수 있는 정도
평가기준 2) (보건의료 이슈해결 중요도) 해당 세부전략이 보건의료 이슈 해결이 시급히 요구되거나, 다양한 분야에 적용될 가능성이 높은 정도
평가기준 3) (경제적 중요도) 해당 세부전략이 한의학 발전 또는 산업 육성에 기여하는 정도

○ 「시급성 평가」에 대해서는 기술의 선행성, 기술확보의 시급성 측면에서 평가 실시

평가기준) 다른 기술개발에 선행되어 개발되어야 하거나, 다른 연구/산업현장 적용으로 시급히 확보되어야 하는 정도

□ 평가방법

○ 12개 세부전략별로 S, A, B, C 등급을 부여하는 4단계 등급 평가 S(10), A(8), B(6), C(4) (단, 등급별 3개씩 매칭)

* (예시) S등급-(세부 1, 2, 3), A등급-(세부 4, 5, 6), B등급-(세부 7, 8, 9), C등급-(세부 10, 11, 12)

□ 평가결과 도출

○ 점수로 환산한 평가결과를 上(높음), 中(중간), 下(낮음)의 투자 우선순위와 비중으로 투자전략 결과 도출

제2절 분석결과

□ (기초·기반연구) 초중기 투자비중을 높게 반영하여 융합연구의 체계적 지원 및 기반 구축

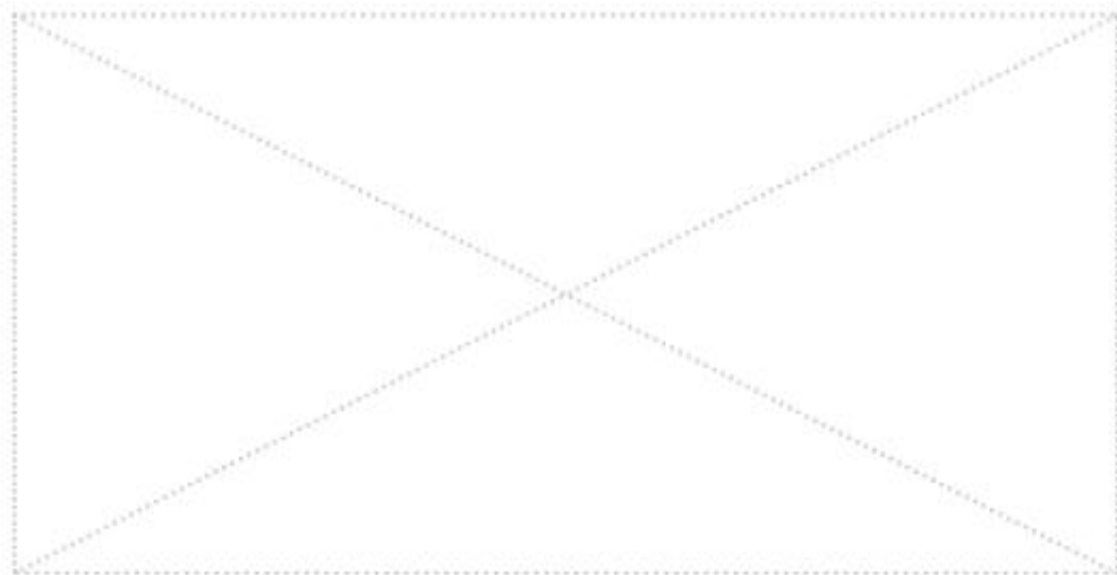
- 초기에는 세부전략 ③(한의 강점질환 치료기술의 과학적 기전 규명), 세부전략 ②(진단·치료 표준화/과학적 해석)의 투자 비중을 높게 반영

□ (융합연구) 중장기 투자비중을 확대하여 본격적인 융합연구의 활성화 및 우수성과 창출

- 중장기에는 세부전략 ⑦ (한의 바이오 융합소재·한약개발), 세부전략 ⑩ (차세대 융복합 치료기기 개발)이 투자 비중을 확대

<표 7-2> 세부전략별 중요도 및 시급성 평가결과

구분	세부전략	중요도 (10점)	시급성 (10점)	평균 (10점) ()	전체 순위	평가 결과
(전략1) 기초 기반 연구	① 한의학 기초이론의 현대과학적 해석 및 규명	6.98	6.74	6.86	7	4(중)
	② 한의 진단·치료의 표준화 및 과학적 해석	7.47	7.68	7.58	3	2(상)
	③ 한의학 강점 질환에 대한 치료기술의 과학적 기전 규명	8.18	7.89	8.04	1	1(상)
	④ 미래질환 대응 한의치료기술의 과학적 기전 규명	7.51	7.26	7.39	4	3(중)
	⑤ 한의 정보 수집·공유 플랫폼 구축	6.60	7.05	6.82	8	5(중)
	⑥ 한의 지능화 활용 플랫폼 구축	5.79	6.00	5.89	11	6(하)
(전략2) 융합 연구	⑦ 한의 바이오 융합 소재·한약 개발	7.82	7.79	7.81	2	1(상)
	⑧ 한의 바이오 산업화 플랫폼 기술 개발	6.88	6.74	6.81	9	4(중)
	⑨ 한의 융복합 진단기기 개발	7.19	6.84	7.02	6	3(중)
	⑩ 차세대 융복합 치료기기 개발	7.44	7.16	7.30	5	2(상)
	⑪ 디지털 건강관리 모니터링 기술 개발	6.88	6.53	6.70	10	5(하)
	⑫ 디지털 심신케어 기술 개발	6.04	5.58	5.81	12	6(하)



[그림 7-1] 세부전략별 투자전략(안)

제8장 미래융합한의학 활성화를 위한 정책적 제언

제1절 법·규제

□ 융합연구 관련 산업 활성화 및 이용자 확대를 위해 규제 완화 필요

- 천연물의약품 조제 및 처방에 대한 권리의 경우, 현재 한의사가 가지고 있지 못해 미래융합한의학 R&D에서 개발되는 한의약 처방 기반 소재개발의 결과물에 대해 한의사 사용 권한이 없다는 모순 발생
 - 이는 한의사의 미래융합한의학 발전전략 참여를 저해하는 원인이 될 수 있고, 한의사의 임상경험 처방 등의 아이디어가 신약개발로 이어지는 translational gap을 줄이는데에도 한계가 있을 수 있음
- 따라서 한의학 임상을 기반으로 하거나 기존의 한의약 소재를 바탕으로 천연물의약품을 개발하는 경우에 한해서라도 한의계 전문 의약품으로 처방가능하도록 관련 규정을 개정하거나 규제를 완화되어야 함
 - 예를 들어, 의학 생약제제의 보건복지부/보건의료/약무정책/의약품안전사용서비스(DUR; Drug Utilization Review) 제도 편입·적용 등으로 양한방 협진 기회를 확대하고, 환자의 보건서비스 수혜 권리가 보장될 필요가 있음
- 또한, 의료기기와 관련해서도 임상현장에서 한의사의 의료기기 사용이 허용되지 않는 현행 의료법 상황에서는 아무리 미래융합한의학 연구가 활성화된다 하더라도 성과를 임상현장에 적용하기 어려우므로 이에 대한 규제 완화 필요

- 안전성에 대한 근거를 확보한 한약제제에 대해서는 IND 승인 없이 임상연구를 수행할 수 있도록 규제 완화 필요
 - 한약제제의 적응증을 기존 의서에서 근거를 찾을 수 있다면, IND 승인 없이 연구자 주도 임상연구로 근거확보 파일럿 연구를 수행할수 있도록 규제 완화 필요
 - 또한, QC가 되거나 GMP 시설에서 생산된 한약의 경우, 임상연구가 가능할 수 있는 제도 등 임상연구가 가능할 수 있도록 규제완화 필요
 - 실제 임상에서는 탕약을 가지고 치료를 진행하는데 이를 가지고 임상연구를 할 수 없어 임상과 연구의 괴리가 큼
 - 탐색적 임상연구를 진행하는 경우에는 IND를 받아서 진행한다고 하더라도 지정 인체유래물 분석 기관에서 분석하지 않도록 최근에 바뀐 약사법 수정 필요
 - ※ 분석법이 셋팅 되지도 않은 신기술을 활용하여 새로운 바이오 마커 발굴, 기전 규명을 진행하는데, 분석법 SOP를 만들고 분석지정기관이 되었다는 것은 모순되는 상황임 (예를 들어, 현재 마이크로바이옴 분석으로 분석 지정 기관은 없는 상황임)
 - 이외에도 안전성이 담보된 임상연구에 대해서는 빠른 심사/허가 등 패스트 트랙 제도 도입 필요
- 치료 분야에서 가명화된 의료정보를 활용할 수 있도록 테스트베드 참여 근거와 기존 기술과 동등성이 인정되는 기술의 신의료기술로 인정하는 제도 개선 필요
 - '20년 8월부터 시행하고 있는 데이터 3법으로 익명처리된 가명정보를 이용하여 질환 예측 모델을 만들고 있으나, 실질적인 치료분야에 활용되는 것은 여전히 어려운 상황
 - 가명화된 의료정보를 활용할 수 있도록 시범서비스가 진행되고 있는데, 이러한 테스트 베드에 참여할 수 있는 근거 필요
 - 또한, 신의료기술 등록제도가 있으나 진입장벽이 큰 상황으로 현재 치료하고 있는 기술과 동등성이 인정되고 안전성/유효성 평가가 확보되는 기술에 대해서는 기존 보험수가에 포함될 수 있는 제도개선 필요
- 「미래융합 한의학 연구 및 활용의 활성화를 위한 특별법」(가칭) 제정을 통해 적극적인 정부 지원을 위한 토대 마련
 - 현행 제도에서 한의 기초과학에 대한 R&D 투자 확대를 기대하기 어렵기 때문에, 미래융합한의학이 활성화되기 위해서는 「미래융합 한의학 연구 및 활용의 활성화를 위한 특별법」(가칭)과 같이 독립적인 법·제도를 신설 필요
 - 혹은 현행 법령(한약육성법, 천연물신약 연구개발 촉진법)에서 한의 기초과학에 대한 입법적 문제점을 개선·보완해 나갈 필요가 있음

□ 의사와 환자 모두의 권익을 보호하기 위한 법규 제정 및 개선 필요

- 미래융합한의학 발전과정에서 발생할 수 있는 의료사고 책임주체 결정, 의사의 진단 및 치료기술의 권위에 미치는 영향, 환자의 의료정보 보호 등의 문제가 남아 있으며, 의사와 환자 모두의 권익을 보호하기 위해 관련 법규 제정과 개선 필요
- 또한, 현행 의료법에서 규제하고 있는 원격의료 시스템이나 의료데이터 공유 관련 법제도가 개정되지 않으면 동 발전전략에서 개발되는 기술이 적용되기 어려울 것으로 예상되며 이에 대한 정부의 적극적인 의지 필요

제2절 제도·지원사업

- 현재 소규모·소액과제로 추진되고 있는 한의학 기초연구에 대한 정부의 적극적인 지원 필요
 - 기존 한의학 R&D에 대해서는 다소 예외적으로 보건복지부에서 한의약선도기술개발사업, 양·한방융합기반기술개발을 통해 소액 기초연구를 지원한 바 있음
 - 그러나 이마저도 후속사업인 한의약혁신기술개발사업이 임상 중심으로 재편되면서 기초연구(특히 한약 기초연구)가 소외되어 한의학 기초연구는 정부·지자체의 지원을 받기 어려운 제도적 사각지대에 놓여있음
 - 이로 인해 정부 사업비율도 극히 낮고, 간헐적으로 사업공고 되는 소규모·소액과제에 다수의 한의과학자가 경쟁해야 하는 상황에 처한 상황임
 - 이는 연구인력 인프라가 취약한 상황까지 겹쳐 우리나라의 강점인 한의학의 입지를 내부적으로 약화시키고 있음
 - ※ 2019 한국한의약연감에 따르면, 2019년 기준 정부 한의약 R&D 총액은 1106.4억으로 정부 R&D 예산의 0.54%이며 보건의료 R&D 예산 기준으로는 겨우 6.22%에 그침
 - 국가에서 정책적으로 중의학 연구를 전폭적으로 지지해 주고 있는 중국과는 극명히 다른 양상임
 - 한의학이 현재 수준에서 머무르지 않고 미래 의학의 한 축으로 발전하기 위해서는 한의학 이론 혹은 한의학적 치료 기술의 과학화를 통한 증거기반의 의학으로 발전해야 하고, 이에 대한 국가 R&D 예산의 증액 필요
- 미래융합한의학 성과를 대상으로 포괄수가제 시범사업을 실시하여 건강보험에 진입시키는 방안 필요
 - 현재 건강보험의 대체적인 수가제도는 행위별 수가제로 이 경우 신의료기술평가를 통해 급여 평가가 반드시 이루어져야 함
 - 그러나 한의에서 개발된 의료행위는 단 1건만 신의료기술을 통과할 정도로 쉽지 않은 상황이며, 최근 건강보험 재정 악화로 수가의 포괄화가 추진되고 있기 때문에 한의에서 개발된 성과를 포괄수가제에 한 형태로 포함시키는 시범사업 필요
- 미래융합한의학 생태계 구축에 필요한 양적 규모를 확보하기 위해 융합인재 양성 및 확보 시급
 - 다학제간 전문인력 풀 부족 문제는 미래융합한의학 발전을 저해시킬 수 있기 때문에 타분야의 연구자 커뮤니티와 지속적인 네트워크 구축 필요
 - 한의학, 컴퓨터과학, 통계학, 생물학, 로봇공학 등 다양한 분야와 관련되어 있기 때문에, 다양한 분야를 포괄하는 융합인재 팀구성은 미래융합한의학의 성공에 있어서 필수조건임
 - 신경과학, 번역학 연구자 등 타분야의 연구자 커뮤니티와 지속적인 네트워크 구축이 필요하고, 이를 통해 다양한 학제의 연구자들로 구성된 연구팀 조직

- 예를 들어, (융합연구-1세부) 한의 바이오 융합 한약기술 개발에서는 천연물화학-생물학-bio-material-약학 등의 분야 전문가로 구성된 연구팀 등 가능

○ 인력양성 측면에서는 한의학을 포함한 타분야에도 전문성을 갖춘 융합 전문가 인재양성 필요

- 한의학적 이론 및 임상경험은 물론, 기초과학, 상용화 개발에 대한 전문성을 두루 가진 ‘한 의과학자’ 등 융합형 인재양성 지원 필요

※ 예를 들어 NGS(차세대 염기서열분석) 등 바이오인포매틱스와 한의약 모두에 전문성을 두루 갖춘 ‘한의과학자’ 양성

- 기존 개별분야 전문가들에게 타분야 연수기회 확대, 한의학 전공자 대상으로 타 분야의 연구실 포닥을 지원하는 사업 등 이러한 전문인력들은 기존 의과학 분야와 학문적 연계성이 낮은 한의학 이론, 임상 등을 다학제간 융합 연구가 가능하도록 연결해 줄 수 있는 역할을 수행하도록 지원 필요

□ 미래융합한의학 R&D 참여 전문가의 네트워크를 유지하고 확장시키기 위한 지원 필요

○ 한의학, 의학, 바이오 전문가간 네트워크 구축을 통해 최신 연구동향에 대한 정보교환 등 다양한 연구자 커뮤니티간 상호작용을 활성화할 수 있도록 지원 필요

○ 특히, 동 사업에 참여 예상되는 다양한 전문가들이 과제종료 후에도 네트워크가 유지되어 지속적인 연구 시드를 발굴할 수 있도록 하는 장이 필요함

□ 표준 플라시보약(위약) 설정과 생산, 한의계 자체적인 오믹스 분석역량 구축 등 신약개발에 필요한 제도와 지원 필요

○ 우리나라 한약제약사들 대부분은 영세하여 신약개발이 어려운 상황이므로 공공기관에서 임상연구를 위한 한약제제를 생산에 도움을 줄 수 있도록 하는 제도와 지원 필요

○ 구체적으로는 임상연구 수행시 플라시보약(위약)이 필요한 경우가 많은데, 한약 처방 별 매칭할 수 있는 3가지 정도의 표준위약을 정해 놓는 것이 필요한데, 현재 한약 제약회사의 영세성으로 위약을 생산하지 못하는 경우가 매우 많아 이에 대한 정부지원 필요

○ 이외에도 오믹스 분석연구 분야에서 한의계 자체에서 수행할 수 있는 기관에 분석 센터 등을 만들어서 활용할 수 있는 제도나 지원사업 필요

□ EHR을 기반으로 클라우드 기반 데이터 수집 및 활용체계 구축을 위해서는 한방병원의 EHR 도입 지원 필요

○ 국내 병원 중 92% 이상이 EHR을 도입하고 있는 가운데, 한방병원도 빠르게 도입될 수 있도록 제도적 지원 필요

○ EHR 확산을 기반으로 임상연구시 향후 EHR과 연동, 국민 건강보험공단, 건강보험심사평가원에 있는 정보들과 공유할 수 있는 활용체계를 구축하는 것이 중요함

- 세종시, 부산시에서는 병원마다 환자진료기록을 따로 보관하는 것이 아닌 클라우드를 공유함으로써 각 병원마다 EHR 구축비용을 줄이고 향후 정밀의료나 의료정보 분석을 통해 개인맞춤형 케어서비스로 확장하려고 하고 있음

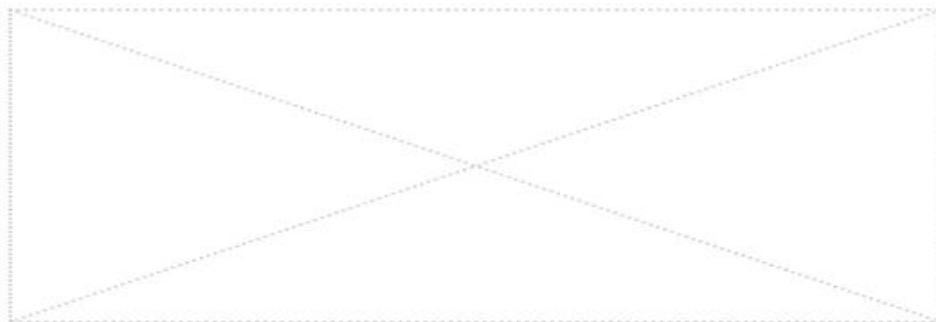
제3절 사업운영

□ 타분야 한의학 적용을 활성화하기 위해 한의 의료데이터 디지털화 및 수집체계 확보 급선무

- 모니터링 기기 개발 등 타분야 기술의 한의학 적용을 위해 기술적 측면에서의 전제조건은 한의 의료데이터의 디지털화 및 수집체계 확보가 우선시 되어야 함
- 여기에는 특정 업무의 전산화 정도가 아니라 그 이상으로 인공지능, 빅데이터, IoT, 블록체인 등과 같은 지능정보기술을 적용하는 단계가 포함됨
- 구체적으로는 동 발전전략의 세부전략 5(한의 정보/지능화 플랫폼 구축)에서 만들어지는 플랫폼에 동 사업(기초기반연구와 융합연구)에서 생산되는 정보들이 축적되어 공동 활용될 수 있는 형태로 운영 필요
- 또한, 한의 의료데이터에 대한 보안기술 즉 개인정보에 대한 보안기술이 철저하게 마련되어야 하는데 현재로서는 블록체인 기술이 최고 수준의 보안기술로 주목받고 있으며, 그 외에도 가짜 데이터를 만드는 방법 등 다양한 연구가 이루어지고 있음

□ 다양한 분야의 전문가 참여를 유도할 수 있도록 평가기준 및 평가위원 구성 필요

- 연구성과의 1차 수혜자는 병·의원이므로 과제 기획 시 가능한 클리닉이 고려되어야 하고, 기획 과정에서 가급적 로컬 한의사를 전문가를 참여시키고, 반드시 비한의계 연구자를 포함하여 기획·연구 방향이 편향되거나 왜곡되지 않는지 점검하는 것이 중요



<그림 8-1> 연구팀 예시

- 과제 선정평가시, 연구추진체계 평가에서 연구개발 내용에 부합한 연구팀을 구성했는지 평가할 수 있는 평가항목이 추가되어야 하고, 평가위원 구성시 한의학 분야에만 치우치지 않도록 타분야 전문가를 적절히 안배하여 구성하여 다양한 의견이 반영되어야 함
 - 특히, 연구팀에 기업, 분야별 연구개발 전문가, 한양방 복수면허자, ‘한의과학자’ 등 융합형 인력 참여를 유도하여 기초원천, 상용화, 한의학의 domain knowledge, 시장 수요 등 다방면에서 깊게 논의될 수 있도록 함
- 또한, 연구수월성 및 창의성 측면, 보건의료 차원에서 시급히 추진해야 할 연구 중심으로 선정기준을 수립하는 것이 중요하며, 선행연구 및 성과에 대한 질적 평가 (IF높은 논문 도

출, AAA급 특허 도출 등)를 통해 연구책임자의 연구수행능력을 판단하는 것이 중요

□ 성과 활용성 제고를 위해 임상현장에서 활용 가능한 연구내용과 현장수요에 대응할 수 있는 서비스 지원 필요

○ 정신질환을 대상으로 하는 의료기기 개발의 경우 한의원 심리상담센터 케어센터 등에서 실제 임상 적용이 가능한 모델 필요

○ 이를 통해 한의사의 적극적인 참여도 유도하여 융합의학적 결과를 도출하고, 심신통합적 접근에서도 한의학적 정신-장부-경락의 유기적 연계를 통한 전체적인 치료관점 구현

○ 이외에도, 미래융합한의학 융합연구와 같이 연구성과가 향후 한의계·의료계 임상에서 활용되는 기술(기기/의약품 등)을 개발하는 경우, 최종 사업계획서를 제출하는 단계에서 반드시 의료계의 수요, IP 확 전략, 미래시장 예측, 산업계의 요구사항 등 전문가 컨설팅을 받을 수 있는 서비스 지원 필요

□ 미래융합 한의학 R&D에서 개발되는 기술의 유효성을 평가하기 위해 기존 질환모델 동물자원 시스템 활용 또는 신규 오가노이드 모델시스템 접목 필요

○ 한의융합 치료기술의 객관적 모니터링이 가능하도록 기존 질환모델 동물자원 시스템 활용 및 신규 오가노이드 모델시스템을 접목하여 구축하고 기구축 동물 및 오가노이드 연구 DB를 활용할 필요가 있음

□ 데이터 기반 연구개발 내용이 진단연구에 치우치지 않도록 적절한 안배 필요

○ 데이터 기반 연구개발에는 표준화된 프로토콜과 기본 데이터가 부족하여 실제 치료방법보다 진단연구에 치우치는 경향이 있을 수 있음

－ 사업지원시 진단연구에 치우치지 않도록 과제 선정평가지 고려하여 다양한 연구지원 안배

○ 또한, 기존 AI 연구개발의 성과가 단일 알고리즘으로 이루어지는 경우가 많아 이를 공유하는 시스템이 부족하여 실제 정확도가 떨어져 임상적용에 적합하지 않을 수 있음

○ 임상적용에 활용할 수 있는 데이터 확보, AI 기술개발을 위해 활용성 검증단계 필요

□ 과제 성격에 따라 주관기관 고려

○ 개발연구 성격의 과제는 출연연이나 기업이 주관으로, 기초연구 성격의 과제는 주관기관 제한없이 지원하여 연구성과 제고를 위해 과제성격에 따라 기관 참여 고려

□ 미래융합한의학 생태계의 저변을 확장하기 위해 과제간 공동 심포지움 개최 정례화

○ 연구수행 조건으로 과제간 참여기관들이 공동으로 심포지움을 정기적으로 개최 필요

－ 예를 들면 기초기반연구와 융합연구를 구분하여 참여기관 전체가 1년에 한 번씩 공동으로 심

포지움을 개최하게 된다면 상호 교류가 활성화되어 미래융합한의학 생태계 확장에 기여 가능

○ 이외에도 사업기획 시 참여했던 관계자를 과제 수행 시 전문위원(또는 자문위원)으로 활용하여 네트워킹을 지속적으로 유지 발전시켜 나가는 것이 중요

○ 과제 선정평가에 참여했던 위원은 중간점검, 최종평가에도 참여할 수 있도록 하여 초기 제안했던 연구목표와 추진방향이 적절히 이루어졌는지, 만약 변경되었다면 그것이 무슨 이유에서 발생되었고 그 과정이 합리적인지를 판단할 수 있어야 함

□ 사업목적 달성을 위해 충분한 사업기간을 보장할 수 있는 장기적 투자접근 필요

○ 현재 동 발전전략의 사업기간은 15년으로 되어 있으나, 해당 연구내용의 목적을 달성하기에는 충분하지 않음

○ 사업 종료 후에도 장기적으로 사업을 수행할 수 있는 장치 필요

□ 인력양성도 사업내용으로 명확하게 명시하여 타분야 연구자 유입이 가능한 사업내용 추진 필요

○ 발전전략 계획이 15년 사업으로, 15년 이후까지 융합연구사업에 참여할 수 있는 인력양성 포함 필요

○ 인력양성은 기획보고서에 융합연구 활성화 추진방안의 내용에 명확히 명시될 필요가 있으며, 한의학 연구자만을 기반으로 융합연구인력을 양성하는 것이 아니라 한의학 외의 타 분야 연구자도 융합한의학 분야로 잘 유입될 수 있게 하는 것이 중요

제4절 기타

- 미래융합한의학 발전뿐만 아니라 국민 건강복지 차원에서 양한방의 양분화된 갈등 해결을 위해 정부가 주도하여 사회적 합의 도출 필요
 - 우리나라는 한의학이라는 강점이 있음에도 양한방의 양분화된 갈등으로 적절히 활용하지 못하고 있음
 - 현재는 한양방 또는 직능간 끊임없는 갈등으로 미래기술의 중요한 축이 될 수 있는 미래융합 한의학의 발전이 저해되고 있음
 - 특히 만성질환의 경우 한양방 협진이 미래의학을 선도할 수 있는 가치가 높음에도 판단되나, 이를 해결하기 위해서는 한양방 협진 유도를 위한 제도적 지원 필요
 - 근본적으로 미래융합한의학 발전을 위해 이원화된 의료체계의 일원화 문제는 정부 관계자-의료계/한의계-일반 국민이 참여하는 논의의 자리가 있어야 할 것임
 - 이외에도 현행 의료법에서 규제하고 있는 원격의료 시스템이나 의료데이터 공유 관련 법 제도가 개정되지 않으면 동 발전전략에서 개발되는 기술이 적용되기 어려울 것임
- 미래융합한의학 생태계 구축 및 확장을 위해 한국한의학연구원의 역할 중요
 - 한의 의료행위가 주류의학과 경쟁하여 제도권 내로 진입하기 위해서는 이론적 배경과 임상에 대한 과학적 근거(evidence)를 충분히 축적해야 함
 - 그러나 상기 언급한 바와 같이 연구개발 규모가 작고, 참여기회마저 절대 부족하여 연구 접근성이 떨어지는 상태임
 - 그에 비해 한국한의학연구원은 정부출연기관으로서 중앙정부(과기부)로부터 안정적 재원을 지원받아 연구개발을 할 수 있는 구조적 이점이 있음
 - 이러한 연구 수월성을 토대로 임상에 강점이 있고, 임상현장에서 필요로 하는 연구개발을 수행하고 한방 의료행위의 안전성과 유효성을 과학적으로 검증하는 데 이바지해야 함
 - 한편 우수한 인력·시설·인프라를 바탕으로 진취적으로 아이템 발굴·사업기획을 통해 정부출연금에만 안주하지 말고 타부처 사업 수주에도 노력을 기울여야 함
 - 이를 통해 위기에 직면한 한의학 R&D에 돌파구를 찾고 대학·병원 등에게 공동연구 기회를 제공할 수 있어야 하고, 그간 축적된 사업기획 노하우와 경험을 바탕으로 과감한 혁신 활동으로 미래융합한의학 필요성에 대해 정책입안자를 설득시켜야 함
- 미래융합한의학의 세계화를 위한 지원방안 고려 필요
 - 사업차원에서 세계화를 위한 국제콘소시엄, 학회발표 등의 활동을 추진하거나 연구팀 단위에서 추진하는 등 정책적 판단 필요

- 특히 선진국인 미국과 중국 일본과의 네트워크도 중요하나, 아시아권과 중남미 등 자체적인 전통의학과 herbal medicine의 체계를 갖추고 있는 국가들과의 연계도 중요하므로 이를 고려한 지원방안 필요

□ 기타 의견

- 양한방 의료서비스의 광범위한 적용을 위하여 한의약 첩약 효능의 객관적 지표의 양방 제도권 편입 필요
- 한의융복합 첨단의료기기, 한의디지털 헬스케어 서스 개발과 기존 바이오의료 첨단 디지털 기기 개발 간의 상호 소통 시스템 필요- 동일·유사 장비의 중복 개발 방지 및 단일 기기의 양·한방 상호 적용 가능성 탐색 기회 확대
- 국내 대형병원과 협력할 수 있도록 협력제도 필요

참고문헌

1. 국내 논문 및 보고서

2021년도 국가연구개발사업 상위평가 보고서 -중간평가-, 2021

고대식/윤수근(2021), 의료분야 디지털 트윈의 활용방안

과기부, 2021년도 바이오/의료기술개발사업 시행계획, 2020.12.

과학기술전략연구소/한국연구재단, 그린/화이트바이오 기술개발 전략 수립 및 기획연구, 2019

국가과학기술위원회, 국가융합기술발전기본계획(09-13)(안), 2008

국민건강보험공단, 건강보험심사평가원, 건강보험통계연보, 2017

권의정, 최근 20년간 우리나라 질병구조의 변화 - 내원일수를 중심으로, HIRA 정책동향 2020년 14권 5호

김수정/배광호/이은영/이시우, 사상체질에 따른 미병과 삶의 질에 관한 연구, J Sasang Constitut Med 2017;29(1):21-28 <https://doi.org/10.7730/JSCM.2017.29.1.21>

보건복지부/한국한의약진흥원/갤럽, 「2020년 한방의료이용실태조사 기초보고서」 (2021)

손민균 외, 고빈도 반복 경두부 자기자극이 뇌졸중의 운동 기능에 미치는 영향, 대한재활의학회지 : 제 34 권 제 2 호 2010.

식품의약품안전처/식품의약품안전평가원, 2020년 신개발 의료기기 전망 분석 보고서

안혜리/송지현/이혜림, 한약의 장내미생물 조절 효과에 대한 국내외 실험 연구 고찰, 대한한방소아과학회지 제34권 제4호, 2020년 11월

이옥진, 김유정, 김은샘, 김빈나, 김보아, 배종빈 & 김기웅 2019. 국제 치매정책동향 2019

전통천연물기반유전자 동의보감사업단/과기부/한국연구재단, 전통천연물유전자-동의보감사업(Ⅱ) 제1단계 보고서, 2019.01.

통계청, 2020 고령자 통계, 2020.9

한국연구재단, 천연물 혁신성장 선도프로젝트, 2019년 바이오의료기술개발사업 3차 첨단 GW 바이오분야 신규과제 주제 안내서

한국의료기기산업협회, 2018 한국의료기기산업협회 연감, 2019

한국한의학연구원, 2020년 한의약산업실태조사 통계집(2019년 기준), 2020.12.

한국한의학연구원, 2019년 한의약산업실태조사, 2020

한국한의학연구원, 한의약산업실태조사(2014-2019)

한국한의학연구원, 한의학 인식도 및 연구개발 수용도 조사 결과 보고서, 2017.12

KISTEP, 2020년 기술수준평가 : 생명/보건의료, 2020

2. 해외 논문 및 보고서

A. Tang, G. Thickbroom, and J. Rodger, "Repetitive transcranial magnetic stimulation of the brain," The Neuroscientist, vol. 23, no. 1, pp. 82-94, 2017.

B. Elsner, G. Kwakkel, J. Kugler, and J. Mehrholz, "Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving capacity in activities and arm function after stroke: a network meta-analysis of randomised controlled trials," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 14, no. 1, p. 95,

2017.

C. Chen, T. Wen, and W. Liao, "Neurally adjusted ventilatory assist versus pressure support ventilation in patient-ventilator interaction and clinical outcomes: a meta-analysis of clinical trials," *Annals of Translational Medicine*, vol. 7, no. 16, p. 382, 2019.

C. L. Kun and L. Gerhardt, "Robot-controlled acupuncture—an innovative step towards modernization of the ancient traditional medical treatment method," *Medicines*, vol. 6, no. 3, p. 87, 2019.

C. Pinheiro, J. Figueiredo, N. Magalhães, and C. P. Santos, "Wearable biofeedback improves human-robot compliance during ankle-foot exoskeleton-assisted gait training: a pre-post controlled study in healthy participants," *Sensors*, vol. 20, no. 20, p. 5876, 2020.

Chuwen Feng, et al., *Overview of Artificial Intelligence Applications in Chinese Medicine Therapy*, 2021

Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science(2002)

Effect of probiotics on obesity-related markers per enterotype: a double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *EPMA J.* 2020

F. Liu, *Research on the Identification and Treatment scheme of Chronic Gastritis by Famous Veteran Chinese Medicine Practitioners Based on Knowledge Mapping Technology*, Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing, China, 2020

Fang, ShuangSang, et al. "HERB: a high-throughput experiment-and reference-guided database of traditional Chinese medicine." *Nucleic acids research* 49.D1 (2021): D1197–D1206.

Forbes, 8 Digital Health Predictions For 2021

Fowler IV. USC News. Demand for USC's free mindfulness classes skyrockets during COVID-19 pandemic. Online document at: September 15, 2020

Grand View Research, Inc., *Complementary And Alternative Medicine Market Size, Share & Trends Analysis Report By Intervention (Botanicals, Mind Healing, Body Healing, External Energy, Sensory Healing), By Distribution Method, And Segment Forecasts(2021 - 2028)*, 2021.2.

G.-S. Wu, H.-K. Li, and W.-D. Zhang, "Metabolomics and its application in the treatment of coronary heart disease with traditional Chinese medicine," *Chinese Journal of Natural Medicines*, vol. 17, no. 5, pp. 321–330, 2019. View at: Publisher Site | Google Sc

Gardiner P, Hempstead MB, Ring L, Bickmore T, Yinusa-Nyahkoon L, Tran H,

Guihua Tian et al, Evidence-based traditional Chinese medicine research: Two decades of development, its impact, and breakthrough, *Wiley J Evid Based Med.* 2021;14:65–74

H. Li and D. Lai, "Ultrashort wave combined with exercise therapy treatment for hemiplegia patients with shoulder hand syndrome I period clinical curative effect," *Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, vol. 29, no. 17, pp. 144–145, 2019.

H. Liang, H. Cai, J. Wen, H. Hu, J. Wang, and L. Jin, "Stroke's ICF big data platform based on new model of "Internet Plus Disabled Community Rehabilitation," *China Medical Engineering*, vol. 28, no. 1, pp. 4–7, 2020.

Huang, Lin, et al. "TCMID 2.0: a comprehensive resource for TCM." *Nucleic acids research* 46.D1 (2018): D1117–D1120.

IQVIA, *Digital Health Trends 2021*, JULY 2021.

J. Langan, S. Bhattacharjya, H. Subryan et al., "In-home rehabilitation using a smartphone app coupled with 3D printed functional objects: single-subject design study," *JMIR Mhealth Uhealth*,

vol. 8, no. 7, p. e19582, 2020.

J. Zhang, Q. Su, W. G. Loudon et al., "Breathing signature as vitality score index created by exercises of qigong: implications of artificial intelligence tools used in traditional Chinese medicine," *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, vol. 4, no. 4, p. 71, 2019.

Jingjing Zhang, et al., *Power Spectrum Features of Acupoint Bioelectricity Signal*, 2021

Kadurin A et al, *The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology*, 01 Feb 2017

KPMG 중국, 第14次五カ年計画の各業界への影響, 2021.1.

L. Chen and L. Song, "Construction of a prediction model for stroke recurrence based on big data," *Internet of Things Technologies*, vol. 9, no. 6, pp. 50–54, 2019.

L. He, M. Fang, L. Chen et al., "Transcriptome analysis of blood stasis syndrome in subjects with hypertension," *Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol. 36, no. 2, pp. 173–180, 2016.

L. N. Awad, A. Esquenazi, G. E. Francisco, K. J. Nolan, and A. Jayaraman, "The ReWalk ReStore™ soft robotic exosuit: a multi-site clinical trial of the safety, reliability, and feasibility of exosuit-augmented post-stroke gait rehabilitation," *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 17, no. 1, p. 80, 2020.

Lactate-Fortified Puerariae Radix Fermented by Bifidobacterium breve Improved Diet-Induced Metabolic Dysregulation via Alteration of Gut Microbial Communities. *Nutrients*. 2020

M.C Roco, et al, *Convergence of Knowledge, Technology, and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies*, 2013

M. Fujiki, H. Kobayashi, T. Abe, and T. Kamida, "Repetitive transcranial magnetic stimulation for protection against delayed neuronal death induced by transient ischemia," *Journal of Neurosurgery*, vol. 99, no. 6, pp. 1063–1069, 2003.

M. Zhang, *Clinical Observation of Acupuncture Combined with Lokohelp Robot Rehabilitation in Patients with Acute Ischemic Stroke hemiplegia*, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei, China, 2019.

Mindfulness Training Program, *Front. Hum. Neurosci.*, 10 July 2019

N. A. Nayan, N. S. Risman, and R. Jaafar, "A portable respiratory rate estimation system with a passive single-lead electrocardiogram acquisition module," *Technology and Health Care*, vol. 24, no. 4, pp. 591–597, 2016.

NCCIH Strategic Plan FY 2021–2025

O. Errea, B. Moreno, A. Gonzalez-Franquesa, P. M. Garcia-Roves, and P. Villoslada, "The disruption of mitochondrial axonal transport is an early event in neuroinflammation," *Journal of Neuroinflammation*, vol. 12, p. 152, 2015.

Pre-treatment microbial prevotella to bacteroides ratio, determines body fat loss success during a 6-month randomized controlled diet intervention. *Int.J. Obesity*. 2017

Prevotella abundance predicts weight loss success in healthy, overweight adults consuming a whole grain diet ad libitum: a post hoc analysis of a 6-wk randomized controlled trial

R. Mane, E. Chew, K. S. Phua et al., "Prognostic and monitory EEG-biomarkers for BCI upper-limb stroke rehabilitation," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 27, no. 8, pp. 1654–1664, 2019.

Records of Traditional Chinese Medicine of Famous Doctors: The Fifth Volume (Chinese Edition) – October 1, 2015, ISBN–10:7513213739

Ru, Jinlong, et al. "TCMSP: a database of systems pharmacology for drug discovery from herbal medicines." *Journal of cheminformatics* 6.1 (2014): 1–6.

Ryu DY, Kim KB. Current trends and future directions of gut microbiota and their-derived metabolite study in the pediatric perspective of Korean medicine. *J Pediatr Korean Med*. 2019;33(1):34–45.

Q. W. Chen, “Analysis of TCM syndrome and treatment model based on artificial neural network,” *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol. 27, no. 7, pp. 1517–1520, 2009.

S. J. Xia, C. Y. Yang, and C. D. Li, “An analysis of intelligent TCM health management model of “treating the untreated disease”,” *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol. 34, no. 11, pp. 5007–5010, 2019.

S. Mawson, N. Nasr, J. Parker, R. Davies, H. Zheng, and G. Mountain, “A personalized self-management rehabilitation system with an intelligent shoe for stroke survivors: a realist evaluation,” *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, vol. 3, no. 1, p. e1, 2016.

S. Zhao, Z. Liu, M. Wang et al., “Anti-inflammatory effects of Zhishi and Zhiqiao revealed by network pharmacology integrated with molecular mechanism and metabolomics studies,” *Phytomedicine*, vol. 50, pp. 61–72, 2018.

Subramanian, Aravind, et al. "A next generation connectivity map: L1000 platform and the first 1,000,000 profiles." *Cell* 171.6 (2017): 1437–1452.

Verified Market Research, *Virtual Reality In Healthcare Market Size And Forecast*, 2021.

W. Feng, S. A. Kautz, G. Schlaug, C. Meinzer, M. S. George, and P. Y. Chhatbar, “Transcranial direct current stimulation for poststroke motor recovery: challenges and opportunities,” *PM&R*, vol. 10, no. 9 Suppl 2, pp. S157–S164, 2018.

W. Wang, P. Zhang, C. Liang, and Y. Shi, “A portable back massage robot based on traditional Chinese medicine,” *Technology and Health Care*, vol. 26, no. 4, pp. 709–713, 2018.

WANG, Xinyi, et al. Sodium oligomannate therapeutically remodels gut microbiota and suppresses gut bacterial amino acids-shaped neuroinflammation to inhibit Alzheimer’s disease progression. *Cell research*, 2019, 29.10: 787–803.

Wu, Yang, et al. "SymMap: an integrative database of traditional Chinese medicine enhanced by symptom mapping." *Nucleic acids research* 47.D1 (2019): D1110–D1117.

Xiaoling Li, et al., *Resting-State fMRI in Studies of Acupuncture*, 2021.

Xiaowei Sun et al., *Discussion on the Rehabilitation of Stroke Hemiplegia Based on Interdisciplinary Combination of Medicine and Engineering*, Volume 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/6631835>

Y. Huang, J. Li, Q. Huang, and P. Souères, “Anthropomorphic robotic arm with integrated elastic joints for TCM remedial massage,” *Robotica*, vol. 33, no. 2, pp. 348–365, 2015.

Y. Q. Li, “Artificial intelligence empowers Chinese medicine practitioners to practice “treating the disease before it happens” with the seton heart and brain monitoring system,” 2019, <https://www.huanqiu.com/>. 2019–11–12.

Yujuan Song, et al., *Application of Wireless Dynamic Sleep Monitor in Acupuncture Treatment of Insomnia after Ischemic Stroke: A Retrospective Study*, 2021.

Yi-Yuan Tang1, et al., *Promoting Psychological Well-Being Through an Evidence-Based*

Z. Bai, K. N. K. Fong, J. J. Zhang, J. Chan, and K. H. Ting, “Immediate and long-term effects of BCI-based rehabilitation of the upper extremity after stroke: a systematic review and meta-analysis,” *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 17, no. 1, p. 57, 2020.

Z. Peng, J. Li, L. Yang, Y. Li, Y. Tian, and S. Li, “Integration of transcriptomics, proteomics, metabolomics and systems pharmacology data to reveal the therapeutic mechanism underlying

Chinese herbal Bufeí Yíshén formula for the treatment of chronic obstructive pulmonary disease,” Molecular Medicine Reports, vol. 17, no. 4, pp. 5247-5257, 2018.

原澤栄志, 中国が推進する医療・ヘルスケアのイノベーション, Industry Trend Report, Innovation Linkage 第6号, 2020.12

3. 뉴스 및 웹사이트

과학기술부, 2021년도 전통천연물기반유전자-동의보감사업 신규과제 선정계획 공고

대한민국 정책브리핑(www.korea.kr), 2020년 한방의료이용 및 한약소비 실태조사 결과 발표, 2021.5.

아시아경제(19.05.13), 한의사협 “의료기기 사용 확대”에 갈등 재점화

의협신문(19.05.13), “입장변화 없다” 정부, 한의사 X-ray 사용 불가 재확인

청년 의사, [시론] 피할 수 없는 노인 의료비 증가, 윤구현대표(간사랑동우회), 2018

한 의 신문(‘20), “AI 한 의 사 도 입 이 한 의 진 료 의 품 질 높 인 다 는 것 은 명 백 한 사 실”

CISION, New Medical School to Be Established in Northwest Arkansas as Part of Alice Walton's Vision for Whole Health, <https://www.prnewswire.com>

Emotional Well-Being: Emerging Insights and Questions for Future Research,

<https://www.nccih.nih.gov/research/emotional-well-being-emerging-insights-and-questions-for-future-research>

Forbes, 8 Digital Health Predictions For 2021

GNPS, <https://gnps.ucsd.edu/ProteoSAFe/static/gnps-splash.jsp?redirect=auth>

Mind and Body Research—Information for Researchers,

<https://www.nccih.nih.gov/grants/mind-and-body-research-information-for-researchers>

NCCIH 홈페이지

NIH, <https://www.nccih.nih.gov/grants/nccih-role-in-the-nih-heal-initiative>

NIH networks to advance emotional well-being research,

<https://www.bumc.bu.edu/integrativemed/research/paula-gardiner-research/technology-research/>

http://www.xinhuanet.com/health/2021-04/29/c_1127391350.htm

Our Whole Lives: Online Chronic Pain Management (OWL),

<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02788539>

關於促進‘互聯網+醫療健康’發展的意見, <http://www.gov.cn/zhengce/>

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》(2020. 11. 3),

http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm

国务院关于印发中医药发展战略规划纲要(2016—2030年)的通知, <http://www.gov.cn/>

<http://www.xinhuanet.com/>

<https://www.strategyr.com/>

oxfordvr, <https://ovrhealth.com/>

KARUNA, <https://karunalabs.com/>

Viz.ai, <https://www.viz.ai/>

MedArrive, <https://medarrive.com/>

<http://lsp.nwsuaf.edu.cn/tcmsp.php>

<https://observatory.brain-map.org/visualcoding/overview>

<https://mediclassics.kr>

<http://sjw.history.go.kr/main.do>,

Personalized nutrition by prediction of glycemic response. Cell. 2015

부 록

1. 기획위원회 회의자료	204
2. 실무위원회 1차 회의자료: 기획개요(기획위검토를 포함하여 재정리)	225
3. 실무위원회 1차 회의결과	247
4. 실무위원회 2차 회의결과	251
5. 실무위원회 3차 회의 주요 안건	257
6. 실무위원회 3차 회의결과	263
7. 후보연구개발과제 조사양식	270
8. 세부전략별 우선순위 평가 및 활성화방안 자문양식	272
9. 기타 회의 참고자료	273
가. 미래융합한의학 관련 해외 프로젝트 사례	273
나. 미래융합한의학 관련 키워드 분석 결과	275
다. 의료서비스/기기 기술융합 동향	277
라. 바이오 미래유망기술 동향	284
마. 보건의료데이터 플랫폼 구축관련 부처사업 현황	291

1. 기획위원회 회의자료

가. 미래융합한의학 발전전략 기획과제 개요

기획과제 개요

[한국한의학연구원, '21. 8. 31.]

I. 그간의 추진경과

□ 과기부 미래융합의학 발전전략('19.6) 추진경과

○ 과기부 융합의학 방향 검토('19.2~'19.5)

- (목적) 한·양방 융합으로 새로운 의학기술을 창출('18.9)
- (이해관계자 토론) 의사, 한의사와 융합의학 방향 토론('18.10 ~ '19.1)
 - ※ 한의학 효능의 과학적 해석 부재는 한·양방 융합의학에 핵심 걸림돌

☞ 한의학의 과학적 근거 확충을 통한 신뢰 확보와 한·양방 융합 기반 조성을 통해 새로운 미래융합의학을 대비할 필요

○ 한의기반 미래융합의학 육성 전략(안) 마련('18.9~'19.6)

- (정책심의) 제31회 생명공학정책심의회 토론회 안건으로 보고('19.2)
 - ※ 융합의학 필요성, 융합의학 기반 구축을 위한 혁신모델 및 이행전략
- (육성전략 마련) 한의 기반 미래융합의학 육성 전략(안)('19.6)

☞ 한의학을 과학적으로 해석(과학화)하고, 객관적 진료기준을 정립(표준화)하여 의학적 미래가치 창출(지능화)을 위한 토대 마련

※ 과기부 「한의 기반 미래융합의학 육성 전략(안)」, '19.6」: [별첨1] 참고

○ 과기부 융합의학 선도 프로젝트 기획 및 국책연구사업 편성('19.6 ~ '20.4)

- (정책심의) 과학기술 관계 장관회의('19.8) 안건으로 상정 준비('19.6 ~ 7)
 - ※ 선도 프로젝트 진행 후 육성전략(안)을 상정키로 결정, 안건에서 제외
- (선도 프로젝트 기획) 융합의학 기반 구축 사업 기획('19.8 ~ 9)

☞ 한의학의 병리이론을 서양의학의 병리·기전과 대비한 융합적 접근을 통해 한의학 병리이론을 현대과학적으로 규명

- (프로그램 반영) 연구재단 국책연구사업 편성('20.1)

※ 바이오·의료기술개발사업 內 차세대 바이오사회밀착형지원-「융합의학 기반 구축 연구지원사업」으로 편성('20년 1개 과제 공고 4.5년/45억, '21년 1개 과제 공고 4.5년/45억)

○ 상기 육성 전략(안)에 기반하여, 미래융합의학 발전 및 본격화를 위한 과기부 정책기획과제 추진('21.7~)

II. 정책기획 과제 개요

<과기부 정책기획 과제>

- ◆ 과제명 : 한의 기반 미래융합의학 발전전략 수립
- ◆ 수행기관 : 한국한의학연구원 / 수행기간 : '21.7 ~ '21.11(약 5개월)
- ◆ 목표 : 기 수립한 '한의기반 미래융합의학 발전전략'('19.6)에 기반하여 미래융합의학 본격화 및 실현을 위한 중장기 전략을 수립하고, 관련 핵심과제를 도출
- ☞ 기초원천연구기획과제 RFP 내용은 [별첨2] 참고

□ 추진배경

- 전 세계적 **고령화**로 노인성 질환자가 증가함에 따라 세계 각국 뿐만 아니라 우리나라도 **의료비 부담이 국가적 현안**으로 대두
- **기존 현대의학의 한계**를 극복할 수 있는 **새로운 의학적 대안** 마련 절실
- 우리는 **세계적 수준의 현대의료 체계와 오랜 전통을 가진 한의학**이 있어, 이를 융합한 **차별화된 새로운 의학적 대안**을 제시할 수 있는 잠재력 보유
- 한의학은 새로운 의학적 대안인 융합의학의 핵심주체로서 **잠재력과 한계**도 존재
- 따라서, 융합의학의 핵심주체로서 한의학의 가치를 발전시키고 **융합의학 본격화**를 위한 **장기적인 미래전략**이 필요

□ 연구목표

- 미래 융합의학 본격화 및 실현을 위한 '**한의 기반의 미래융합의학 발전전략**'을 수립하고, 관련 **핵심과제**를 도출

□ 연구내용

- 다양한 분야 전문가로 **기획·실무 위원회**를 구성하여, **상세기획** 수행
- 국내·외 연구동향 및 여건분석을 통해 **미래융합의학 R&D 방향** 수립

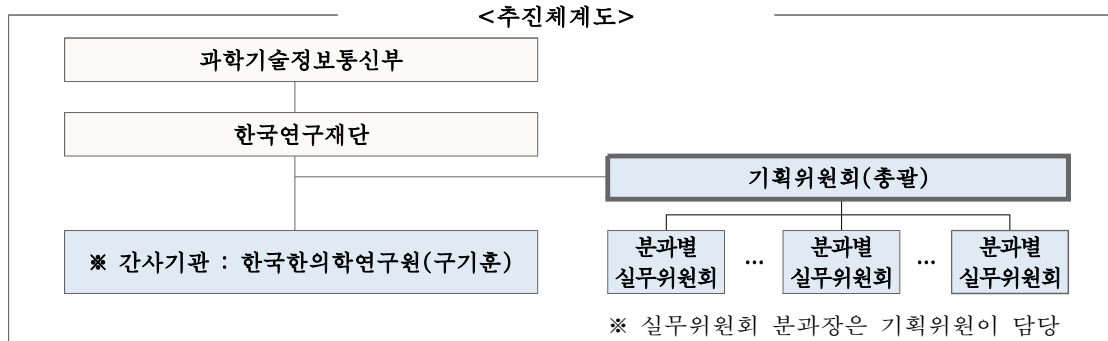
- ▶ 전통의학 과학화 및 융합의학 **국내외 여건** 및 **연구 동향** 분석, **국내의 연구역량, 기술개발 수준** 등 파악
- ▶ 한의학·非한의학 분야 기획위원회를 통해 **국내·외 사례**를 분석하여 **시사점**을 도출하고, 미래융합의학 발전을 위한 **R&D 투자 방향** 및 **연구사업 발굴·기획**

- **기존 전략(안)에 기반하여 미래융합의학 발전전략 수정·보완**

※ 과기부 「한의 기반 미래융합의학 육성 전략(안), '19.6」: [별첨1] 참고

III. 추진체계 및 위원회 구성·운영(안)

□ 추진체계



□ 위원회 구성(안)

- 한의계 뿐만 아니라 **융합연구·정책** 등 **다양한 분야**의 전문가로 구성·운영

구분	관련 연구분야	전문가 구성
융합의학	융합 연구, 다학제 연구	융합연구 전문가(의과학, 뇌과학, ICT, BT, 약학 등), 한·양방 등 융합 연구 전문가
정책	R&D 정책/제도 연구	R&D 정책/제도 수립 전문가, 사업 기획 수립 전문가
한의계	기초·임상·산업화 연구	한의학의 과학적 규명·분석(기전규명 등) 및 한의 진단·치료 표준화 전문가, 한의약 산업화 전문가

□ 위원회 운영(안)

- 전문적이고 효율적인 기획을 위해 **기획위**와 **실무위**를 구분하여 구성·운영

구분	구성	운영
기획위원회	12명	- 미래융합의학 비전 및 전략체계 검토·확정 - 실무위원회 결과의 검토·확정
실무위원회	15명 내외 (분과별 5명)	- 전략체계에 기반한 추진과제 도출 - 과제 세부 추진내용 도출

※ (실무위 분과) **기획위원회에서 검토·선정** (발전전략 체계 및 중점분야 등 고려)

※ (실무위 분과장) 발전전략과 세부계획과의 연계성 검토를 위해 **기획위원이 담당**

□ 위원회 역할

모듈1	모듈2	모듈3	모듈4	모듈5
- 기초 문헌 조사 및 선행연구 - 위원회 구성	환경분석, 미래 융합의학 발전전략 추진방향 검토	미래융합의학 비전 및 전략체계 검토·확정	전략목표별 추진과제 및 세부 추진내용 도출	미래융합의학 활성화 방안 및 세부 운영방안 검토
위원회 구성 (KIOM)	기획위 (KIOM)		실무위 검토 기획위 확정	실무위 검토 기획위 확정

□ 기획위원회 명단

구분		성명	소속	직위	산학연
융합의학 (4)	양방/의과학	김OO	KAIST 의과학대학원	교수	학
	BT/약학	차OO	서울대학교 약학대학	교수	학
	ICT/의료정보	김OO	한국디지털헬스산업협회	이사	산
	뇌과학	선OO	고려대 의과대학 해부학교실	교수	학
정책 (3)	R&D 정책/제도	정OO	STEPI 신산업전략연구단	단장	연
		홍OO	KISTEP 사업조정본부 생명기초사업센터	센터장	연
		조OO	한국연구재단 뇌·첨단의공학단	단장	연
한의학 (5)	한양방/의과학/ 뇌과학	김OO	한국한의학연구원 한의과학연구부	부장	연
	BT/약학	김OO	대구한의대	교수	학
	ICT/기기/ 의공학	김OO	한국한의학연구원 디지털임상연구부	부장	연
	한의학	임OO	부산대 한의학전문대학원	원장	학
		박OO	경희대 한의과대학 침구경락융합연구센터	교수/소장	학

나. 미래융합한의학 발전전략 기획과제 1차 추진방향

「한의기반 미래융합의학 발전전략 수립」 기획과제 추진방향

[한국한의학연구원, '21. 8. 31.]

I. 융합기술이란?

□ 다양한 학제 및 이종기술간 결합 ▶ 경제·사회 변화

(국가융합기술 발전 기본방침, 과기부, 2007)

미래경제·사회적 이슈해결을 위해 다양한 학제 및 이종기술 간의 결합을 통해 확보되는 혁신기술

☞ 공통의 목표를 해결하기 위해 **성질이 다른 기술들 간의 화학적 결합**을 뜻하는 학제간 연구

□ 신기술 간 또는 신기술-기존 산업·학문 간 결합 ▶ 경제·사회·문화의 변화

(국가융합기술 발전 기본계획, 미래창조과학부, 2008)

IT, BT, NT 등의 신기술간 또는 이들과 기존 산업·학문 간의 상승적인 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으로써 미래 경제와 사회·문화의 변화를 주도하는 기술

☞ IT, BT, NT 기술간의 융합범위를 벗어나 **기술과 학문, 기술과 산업과의 결합까지 포함**

□ 신기술간 결합 또는 신기술-기존 산업·학문·문화 간 결합

(창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략, 법무처, 2014)

기존의 IT, BT, NT와 더불어 CS 기술 간의 융합, NBIC 기술과 기존 산업·학문간 융합을 통해 창출되는 새로운 기술

☞ **융합의 범위를 인문분야**까지 확대 (인문·기술의 융합 R&D 정의)

II. 융합의학이란?

□ 의학 + 다양한 산업·기술·학문간 융합

의학과 다양한 기술·산업·학문 간 융합을 통해 새로운 미래의료를 창출하는 접근

☞ 의학 + 다양한 기술(IT/BT/NT/CT 등), 디지털 헬스케어(의학 + ICT 산업), 바이오메디컬 등

III. 한의 기반 미래융합의학이란 무엇인가?

□ 미래의료의 모습은? : 현대의학을 넘어 다가올 5P 의학시대

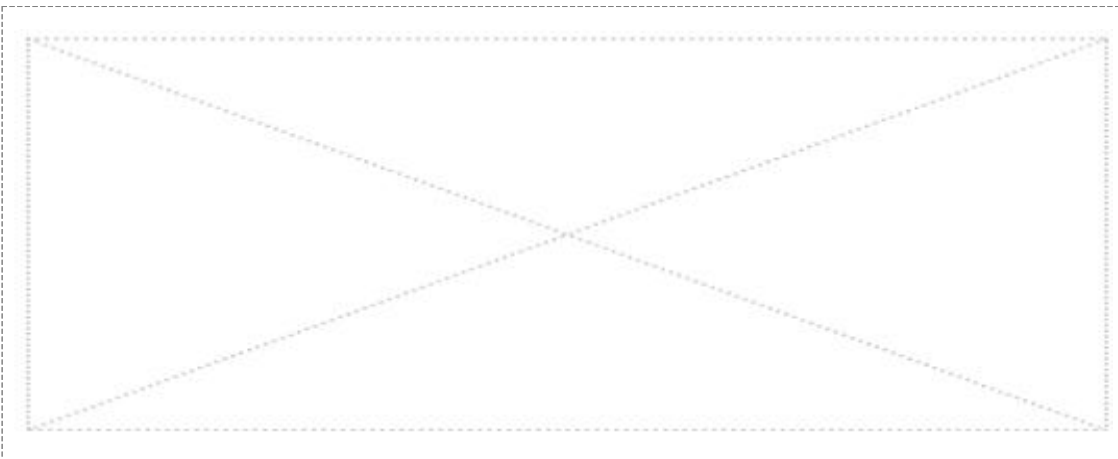
- 환자의 진단과 치료에 있어 획기적인 진보를 이루고 나아가 질병을 극복함과 동시에 건강을 최적화하는 **'5P 의학 시대'**가 도래
- 미래에는 일상 속 맞춤형 관리, 진단 및 치료가 가능한 **'수요자 중심의 예방·맞춤·생활의학'**에 대한 요구가 증대

< 5P Medicine이란? >

- (맞춤의학, Personalized Medicine) 개인 특성, 위험인자, 고유 병력 등과 유전적 특성까지 고려하는 치료방법
- (예방의학, Preventive Medicine) 질병이 일어나기 전에 미리 방지하는 방법
- (예측의학, Predictive Medicine) 개인의 질병 및 이의 발병 시기 등을 예측하고, 대처할 수 있도록 하는 개념
- (참여의학, Participatory Medicine) 환자가 의사와 대응한 위치에서 자신의 정보를 공유하고, 능동적으로 건강을 유지하는 개념
- (정밀의학, Precision Medicine) 진단에서 치료에 이르기까지 모든 단계를 유전, 환경, 생물학적 특성 등 환자 개인의 조건에 맞게 실시한다는 개념

□ 미래에 한의학은 어떤 역할을 할 수 있는지?

- 5P 의학 등과 같은 미래의료에 부응하기 위해서는 **'질병 발생 후의 문제 해결'**을 중심으로 하는 **현 보건의료 체계로는 부족**



👉 생애 전주기에 모두 대응할 수 있도록 보건의료 패러다임 전환이 필요
(질병 발생 후 → 질병 발생 전·후)

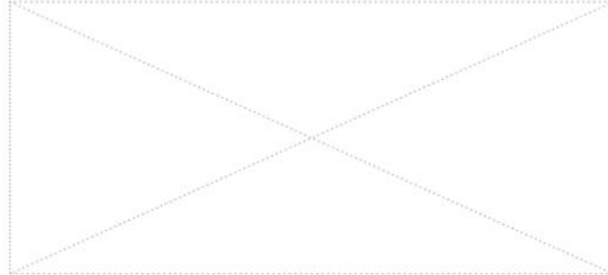
- 질병 발생 전·후를 포함하는 생애 전주기 건강관리를 위해서는 신체 뿐 만 아니라 정신까지 아우르는 전인적(Whole Person) 접근이 필요
 - 증상치료보다는 **심신의 균형을 회복·유지**하는 치료 접근을 통해 정신건강 및 라이프 스타일에 기인한 질환의 근본치료가 가능
 - * 뇌-신체-정신 등의 상관관계 규명과 이를 활용한 신 치료기술 개발, 부작용이 없고 안전한 디지털첨단치료 기술(경혈경락 이론에 기반한 비침습적 전자약 개발 등)
 - **다중표적치료와 다중 요인을 고려한 복합치료**로 단일표적, 단독치료로 부족했던 복합원인 질환 치료
 - * MCMT 기반 한약치료, MCMT 기반 한약치료+비약물 치료기법(침구, 경혈자극 전자약 등)
 - 건강회복과 건강을 유지하는 **다양한 요소와 신체의 생리학적 다중체계**를 고려하여 약물복용 및 수술 후 부작용을 최소화
 - 여러 장기 기능 저하와 함께 노화 과정이 더하여 가고 있는 노년층 문제를 **개인 일상 및 신체의 다중 요소까지** 고려한 치료로 해결
 - * 개인 건강·체질을 고려한 일상건강관리기술
 - **사회·경제적 비용 등의 부담이 적은 기술**을 개발하여 초고령화 시대에 심화될 의료격차 해소
- 한의학은 신체 전반을 아우르며 질병의 근본원인을 찾아내는데 중점
 - 서양의학의 국소적 치료와는 달리 **신체 전체를 살펴 병증의 근본 원인을 찾아내 신체 전체의 균형을 맞춰 회복**시키는데 중점
 - 해부, 실험·분석이 아닌 **자연적 생체현상을 관찰**하여 질병 판별 및 치료
 - 같은 질병이더라도 환자의 체질과 주변상황을 함께 고려하여 치료
 - 여러 증상에도 약재 하나로 대응(MC·MT 기반 한약 치료)

☞ **신체 전반의 진단·치료에 강점을 지닌 전인적 관점의 한의학 기반 융합의학 기술 개발 필요**

- 미국도 전인적 건강 연구와 여러 기술의 접목으로 신체와 정신을 융합하는 새로운 헬스 패러다임 변화(전인적 건강, Whole Person Health)를 시도
 - 진단과 치료 뿐만 아니라 질병 발생 전후를 포함한 **생애 전주기·전인적 건강관리**를 통해 **건강 상태 및 면역력의 향상성을 유지**하는 것이 중요 (예방, 맞춤, 건강관리, 심신, 스트레스, 내분비 호르몬 등)

< 참조 : 美 NCCIH(국립보완통합의학원), 전인적 건강(Whole Person Health) 개요 >

- 美 NCCIH도 전인적 건강 관점으로 보완대체의학 R&D 전략을 수립하여 연구 중
- 전인적 건강(Whole Person Health)은 사람의 건강을 단순히 장기 혹은 신체시스템의 집합으로 보는 것이 아니라 다양한 요인*이 상호연관되어 있는 것으로 보는 관점
 - * 생물학적(Biological), 행동적(Behavioral), 사회적(Social), 환경적(Environmental) 영역이 상호연관되어(interconnected) 특정 질환을 다루는 것이 아닌 심신(心身:Mind&Body)통합적 관점에서 사람의 건강을 연구
- 건강과 질병은 별개 분리된 상태가 아니라 다양한 요인으로 인해 각각의 상태를 향해 나아가는 방향성*으로 간주 (NCCIH, 2021)



* 생물학적 장애, 불균형 식사, 만성 스트레스, 수면장애, 사회 환경 등은 개인의 신체 시스템이 질병 상태로 나아가는 방향성을 만들며, 건강한 라이프스타일, 행동 치료 등은 다시 건강 상태로 되돌아가는 방향성을 생성

- 신체·정신·사회적 건강을 포함한 전인적 건강의 관점에서 건강관리가 필요
 - 개인의 경제활동이나 소득수준에 따른 건강불평등이 심각한 사회적 문제로 대두
 - 단순히 질병 치료나 예방이 아닌 삶의 의미를 찾고 정신적 안정을 찾는 전인적 진단 및 해법을 통해 취약계층의 건강불평등 문제 해소하는 시스템 마련 필요

□ 한의 기반의 미래융합의학이란?

전인적 가치 기반 한의학 + 다양한 지식·기술 융합 ▶ 새로운 의학적 대안 제시

☞ 전인적 가치 기반의 한의기술과 다양한 지식·기술을 융합하여
우리만의 차별화된 의학적 대안을 제시하는 것

- 전인적 가치 중심의 한의기반 융합의학 원천기술을 통해 현 의료기술의 한계를 극복하고 건강한 삶과 바이오·의료 산업 혁신에 기여
- 우리나라는 전인적 관점의 미래융합의학 연구를 수행하기 위한 최적의 환경
 - 심신통합적 관점에서 오랜 기간 국민의 건강을 지켜온 한의학의 저변, 글로벌 최고 수준의 현대의학과 첨단기술 기반 융합기술을 동시에 보유
 - * 한국한의학연구원은 한의학 기초원리에 대한 이해와 현대과학적 해석을 바탕으로 디지털 기술, 생명공학 기술 등과의 융합 기반을 마련하고 있음
- 전인적 건강 관점의 한의 기반 미래융합의학 연구를 통해 현대의학의 한계를 극복하고, 취약계층의 의료 공백 및 건강불평등 해소

IV. 한의 기반 미래융합의학의 핵심방향은?

□ 전인적 가치 기반 미래융합의학 + 미래의료의 모습

① 정신과 신체의 통합적 접근, ② 다중 시스템적 접근, ③ 5P Medicine 기반 접근

As-Is	+	To-Be	➡	핵심방향
■ 정신건강 및 라이프스타일에 기인한 질환 문제 대두 ■ 노인성 질환 치료 효과 미비 ■ 스트레스, 우울증, 불면증 치료제의 장기 복용 부담 ■ 뇌-정신-건강 간의 관계는 아직 미지의 세계	+	■ 심신(Mind-Body)의 통합치료 기술 ■ 전인적 치료 및 일상건강 관리 ■ 뇌-신체-정신 등의 상관관계 규명으로 새로운 치료기술 개발 ■ 부작용이 없고 안전한 디지털 첨단치료기술 개발 확대	➡	정신과 신체의 통합적 접근
■ 복합원인 질환의 치료 효과 미비 (단일표적/단일원인/단독치료 중심) ■ 특정부위 중심 증상에 기반한 진단·치료의 한계 ■ 약물복용 부작용 및 수술후 부작용	⇒	■ 다중표적치료와 다중 요인을 고려한 복합치료기술 ■ 다양한 요소와 신체의 생리학적 다중체계를 고려한 접근 ■ 부작용 없는 새로운 의학적 치료 기술 수요 증대 ■ 행동·생체 데이터 활용 근본원인 진단 및 맞춤치료	➡	다중 시스템적 접근
■ 개인특성보다는 보건의학적 통계에 근거한 표준치료 방법 ■ 치료중심의학 (환자 대상 치료) ■ 질병예측의 어려움, 체계적 예방관리 미흡 ■ 의료행위 주도권 (병원/의사 중심의 질병관리) ■ 표준화된 진단/치료법은 유전, 환경, 생물학적 특성 등 개인 조건을 고려하기에 제한적	⇒	<5P Medicine 시대 도래> ■ 개인맞춤의학 (Personalized Medicine) ■ 예방의학 (Preventive Medicine) ■ 예측의학 (Predictive Medicine) ■ 참여의학 (Participatory Medicine) ■ 정밀의학 (Precision Medicine)	➡	5P Medicine 기반 접근

V. 한의 기반 미래융합의학의 추진전략은?

□ 핵심방향에 기반하여 ‘융합연구’ 및 ‘기초·기반연구’를 전략적으로 추진

- (융합연구) 융합 추진을 통해 ‘생애 전주기 전인적 건강관리’를 위한 미래융합의학 원천기술 개발을 본격화

구분	융합분야(안)	예시
융합연구	전인적 헬스케어 서비스	• 뇌과학 기반 한의 뇌건강 증진기술 개발(치매예방, 스트레스, 불안장애 등 뇌건강) • 다중요소 중재를 통한 건강 개선 평가기술 개발 • 한의정보 + 오믹스 + 라이프로그 + 건강기록 등 다양한 정보기반의 건강예측 모델 개발 • 디지털 한의 헬스케어, 디지털 트윈 건강 시뮬레이션, VR·AR·MR 한의 원격치료 원천기술
	한의 바이오 융합치료 기술	• 빅데이터·AI 활용 한의신약 개발 플랫폼 • 생물정보학적기법(전사체, 대사체, 미생물체, 후성유전학)이용 유전자 발굴·예측, 한의 재생치료 • 난치성 질환(암, 치매 등) 치료소재 개발 • 맞춤형 메디푸드(Food Oriented Preventive Personalized Medicine) • 신변종 감염병 대응 치료소재 개발(면역강화)
	한의 ICT 융복합 의료기기	• 첨단기술 융복합 한의 의료기기 개발 (바이오피드백 디지털 헬스기기 등) • 한의 바이오센서 기술 • 융복합 의료기기(비침습·무구속·무자각 진단·치료기기) • 바이오 융합 한의 전자약 개발연구 • 생체 내 한의학 정보(변증, 체질 등) 모니터링 및 자율 판단 AI 나노로봇 기술

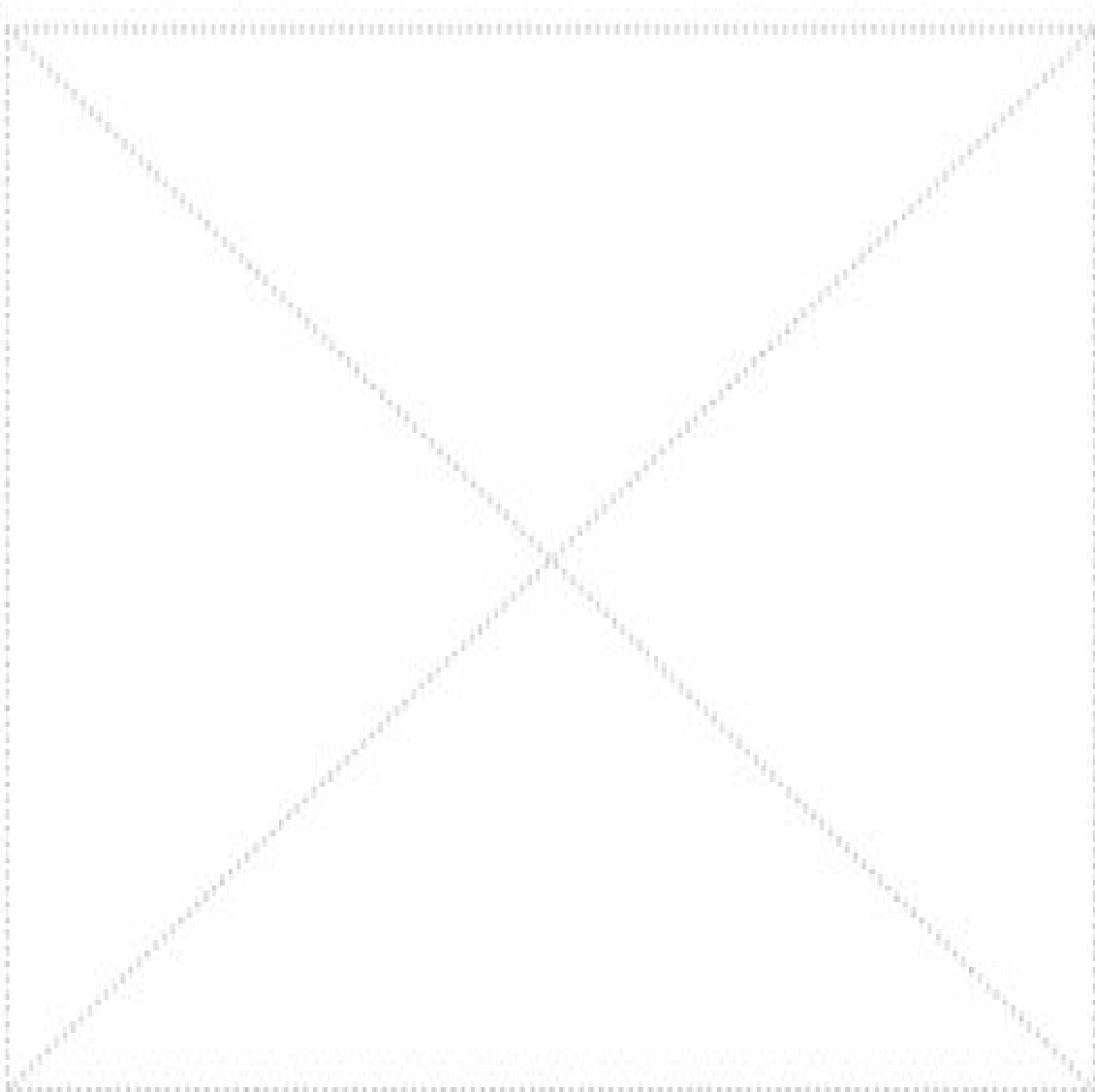
- (기초·기반연구) ‘융합의학의 토대 마련 중심’의 미래 융합의학 발전전략(안)(과기부, '19.6)에 핵심 방향을 반영하여 확대

구분	융합분야(안)	예시
기초 기반 연구	과학화	• 전인적 접근방법을 도입한 한의기술 기초연구 및 기전연구 • 전인적 전임상 동물모델 개발 등 연구방법론 개발
	표준화	• 전인적 접근방법에 대한 메커니즘 연구결과와 한의지표 측정/활용 표준화 • 융합 한의 진단/치료 기술의 효능 검증, 지표의 측정·활용 표준화 등
	지능화	• 인공지능 기반 통합 빅데이터 플랫폼 구축 • 융합 정보 공유 및 활용 플랫폼 구축

VI. 한의 기반 미래융합의학의 추진체계

전인적 가치 기반 한의학 + 다양한 지식·기술 융합 ▶ 새로운 의학적 대안 제시

- ☞ 전인적 가치 기반의 한의기술과 다양한 지식·기술을 융합하여
우리만의 차별화된 의학적 대안을 제시하는 것



VII. 향후 추진일정

< 기획위 및 실무위 추진일정(안) >



※ (1차 기획위 이후 일정) 위원 일정 별도 확인 후, 최종 확정

□ 기획위원회

- 1차 기획위원회 개최 : 8월 31일(화)
 - 기획위 킷오프, 융합의학 개념(범위) 및 전략체계 공유·논의
- 2차 기획위원회 개최 : 9월 7일(화) 경
 - 전략체계 및 융합의학 분야 최종 확정
 - 융합의학 분야를 고려하여 실무위원회 분과 검토·확정
 - ※ (분과별 실무위원 구성) 기존 전문가 Pool 활용 및 기획위원회 추천을 통해 구성
- 3차 기획위원회 개최 : 10월 21일(목) 경
 - 분과별 실무위원회 개최결과 검토·확정 등
 - 미래융합의학 발전전략 및 세부추진계획 최종 검토·확정

□ 실무위원회

- 1차 실무위원회 개최 : 9월 16일(목) 경
 - 실무위 킷오프, 융합의학 개념(범위) 및 전략체계 공유
 - 세부추진계획 등 검토 방향 논의·확정
- 2차 실무위원회 개최 : 9월 28일(화) 경
 - 세부추진계획 등 작성·검토
- 3차 실무위원회 개최 : 10월 7일(목) 경
 - 세부추진계획 등 수정·보완

다. 미래융합한의학 발전전략 기획과제 2차 추진방향 (추진방향 재검토)

－ 한의기반 미래융합의학 발전전략 수립 정책기획연구 － 2차 기획위원회 회의자료

한국한의학연구원 정책부 (2021. 9. 7.)

□ 1차 기획위원회 (21. 8. 31) 주요 의견

- 한의학이 보유한 **특징, 장점 분석 및 기술수준 진단** 등을 보완

◦ 한의학/한기술이 보유한 **독보적인 장점과 기술 분석, 기술수준에 대한 세밀한 진단**
◦ 한의학의 **장점을 활용한 시너지 효과 및 포지셔닝** 검토 및 반영
◦ 한의학과 **융합을 하면 왜 좋은 것**이며, **차별점**을 무엇인지 검토 및 반영

- 과학화·표준화 관련 그간 **노력과 성과, 한계 및 걸림돌 분석** 필요

◦ 과학화 및 표준화 관련 그간의 **노력과 성과**에 대한 검토 필요
◦ 이를 통해 **한계 및 걸림돌을 분석**하여 융합에 대한 방향성을 검토

- ‘한의 기반의 미래융합의학’에 대한 **용어 및 정의 재검토**

◦ 한의학이 전인적 관점이라는 것이 이해가 가나, **전인적 가치**는 모호
◦ 미래융합의학, 미래의료라는 것은 너무나 넓은 개념, ‘**미래융합한의학**’ 등으로 구체화 필요
◦ 다양한 **현대기술과의 융합**인지? 혹은 **한의학**을 변형시키는 것이 **융합**인지?

- **전략체계 틀(① 기초·기반연구, ② 융합연구)**에 대한 추가 정리

◦ 기초·기반연구는 **한의학 자체가 발전하기 위한 토대**
◦ 융합연구는 **한의학 자체 혹은 다른 기술 만으로 해결이 안되는 문제들을 융합을 통해 해결**

- 융합연구 분야 및 관련 정책에 대한 의견 등

◦ 몸의 환경을 변화시키는 세균총, 마이크로바이옴 연구자 참여, 고령화·만성질환에 중점
◦ 창의적인 융합인재 양성 필요, 한의 빅데이터 구축 선행(바이오 분야와의 데이터 공유·활용)
◦ 융합하려는 기술에 대한 기술적·제도적인 이슈, 의료현장에 적용키 위한 필요사항 등

추가 보완사항

- 한의학이 보유한 **특징·강점 분석 및 한의학 기술수준 진단**
- 그간 한의학 R&D에 대한 투자와 성과·한계 분석 및 반영
- 미래융합의학에 대한 **용어 및 정의 재검토**
- 전략체계를 포함한 **비전체계 수정 및 보완**

□ 심신을 통합하여 접근하는 전인적 관점 및 다중요소에 기반

- (전인적 접근) 신체 전체 뿐만 아니라 정신을 함께 아우르는 접근
 - 신체와 정신을 함께 고려하는 한의학의 정기신(精氣神) 이론과 개인의 체질과 성향에 따른 사상의학의 인성론적 인체관
- (근본치료) 전인적 접근을 통해, 질병의 근본원인을 찾아내는데 중점
 - 한의학은 신체 전체를 살펴 병증의 근본 원인을 치료하고, 신체의 균형을 맞춰 건강을 회복 및 유지
- (복합치료) 다중요소(MC·MT) 기반 약물 치료(한약, 식치)과 비약물(침구, 뜸, 부항, 추나 등)을 결합한 복합치료
 - 다중요소(MC·MT) 기반 한의약 치료는 단일표적, 단독치료로 부족했던 복합원인 질환 치료에 효과적
 - * MCMT 기반 한약치료 + 비약물 치료기법(침구, 경혈자극 전자약 등) 개발 가능

□ 부작용 적은 비침습적 치료이며, 개인맞춤·예방에 장점

- (최소 침습적) 한의학은 약물 부작용 및 수술후 부작용을 최소화 할 수 있는 비침습적 치료법 및 도구에 대한 오랜 기간의 임상효과 축적
 - * 침구 치료, 부항, 뜸, 추나 등 통증치료 및 재활, 오래기간 복용시 부담이 되는 약물 투여 없이 비약물 치료를 통한 심리 치료 등
- (개인맞춤) 개인의 특성과 체질을 고려한 개인 맞춤 의료에 적합
 - 표준화된 치료는 개인조건을 고려하기에 제한적인 반면, 한의학은 사상체질과 같이 개인의 특성과 체질을 고려한 진단·치료
- (예방의학) 건강상태·면역력의 항상성 유지에 강점
 - 질병 발생 후 치료 중심의 서양의학에 비해 한의학은 질병 발생 전·후 건강상태 및 면역력의 항상성을 유지·관리하는데 중점
 - * 신종 감염병 유행시대에는 내적 생명력을 기르고, 생리적 조절을 균형있게 하여 질병에 대한 저항력과 면역력을 강화 중요성이 대두
- (저비용) 고가의 진단·치료기기를 활용하지 않고도 저비용으로 치료 및 건강관리가 가능하여 의료비 경감 및 의료격차 해소에 기여 가능
 - 한의학은 해부, 실험 분석이 아닌 개인의 생리현상을 관찰하여 질병 발생 전 일상생활에서 건강상태 관리 및 질환 예방 가능

□ 보건의료 한계 및 사회적 현안을 해결할 수 있는 잠재력을 보유, 융합을 통한 효율적·효과적 접근이 가능

- 심신 통합적 접근과 환경적 요인을 종합적으로 고려하는 한의학은 **사회구조·환경 및 라이프 스타일에 따른 질환 해소** 가능성을 보유
 - 스트레스, 우울증, 불면증 등 정신질환 치료제에 대한 장기복용
 - 초고령화 시대, 여러 장기 기능 저하와 함께 노화과정이 더해져 날로 심각해지는 노인성 질환을 건강·체질을 고려한 관리기술로 해소
- 다중요소 기반의 한의학은 **기존 치료방법으로 한계에 봉착한 질환**에 대한 새로운 접근
 - 단일표적, 단일원인·치료 중심에 따라 복합원인 질환의 치료효과 미비
 - 특정부위 증상에 기반한 진단·치료의 한계를 해소
 - * 질환부위를 직접 자극하지 않고, 상응하는 경혈부위를 활성화시켜 전체적 생체조절이 가능
- 한의학 단독보다는 **첨단기술과 같은 다양한 분야와의 융합에 적합**하며, 이를 통해 상기 이슈에 대한 효율적·효과적인 접근이 가능
 - 한의약 임상효과가 오랫동안 입증되어, 융합 핵심 원천기술로 적합
 - * 침뜸치료 임상효과로 오랫동안 입증되어온 경혈자극은 헬스케어 핵심 융합원천기술로 활용
 - 전체적 생체조절을 하는 한의학으로 새로운 형태의 융합기술 개발 가능
 - * 뜸치료는 경혈부위에 온열 및 화학자극을 통해 치료하므로 새로운 형태의 헬스케어 기술 창출 가능

분석 결과

- 한의학의 강점*을 활용하고, 첨단기술과 같은 다양한 분야와의 융합을 통해 그간 해결하지 못했던 보건의료 한계 및 사회적 현안 해결에 기여 가능
 - * ① 정신과 신체의 통합적 접근 / ② 다중 시스템적 접근 / ③ 개인맞춤·예방

2

한의학 기술수준 진단

□ 기술수준평가(과기부, '20)에서 '한의약 효능 및 기전 규명기술' 분석

제4차 과학기술기본계획('18~'22) 상의 120개 중점과학기술 중 하나로서, 한의약 효능 및 기전규명기술은 한약, 침구 등 각종 치료에 대한 과학적인 효능 및 부작용을 규명하고, 이에 대한 기전을 규명하는 기술

- '20년 한국 한의약 효능 및 기전 규명기술은 **기술선도국 추격 단계**
 - 최고 기술선도국(중국) 대비 80% 기술수준, 약 3년 간의 기술격차 발생
 - 기술수준 및 격차는 전통의학 분야 주요 국가 중 낮은 것으로 확인
 - * 중국(100%), 미국(90%, 0.5년), 일본(84%, 3년), 한국(80%, 3년), EU(77%, 3년) 순
- 주요국 대비 **연구주체 다양성이 상당히 저조**
 - * 연구주체도 다양도 : 한국 0.61, 중국 0.89, 일본 0.78, EU 0.87, 미국 0.90 = 평균 0.91

- 현대과학(의학) 기술을 활용한 효능 및 기전 규명 측면에서는 아직 추격그룹이나, **첨단기술과의 융합을 통한 발전 가능성**을 보유
- 중국의 관련 데이터베이스와 연구역량을 따라잡기에는 미흡한 수준
 - ※ '20년 한국의 기초연구역량(보통)보다는 응용개발연구역량이 우수
- 최근 관련 연구자가 증가하고 있으며, 빅데이터, 오믹스 등 첨단기술을 접목하는 시도와 해외 임상사례가 증가추세로 발전 가능성을 보유

□ 세부 영역별 기술수준평가(한의학연, '16)에서도 대부분 추격 단계

- 세부 영역별 기술 중 한의진단, 치료 및 재활·요양기술은 다른 영역의 기술수준보다는 비교적 높은 수준
 - ※ 중국 대비 한국의 한의진단기술(96.5%), 치료 및 재활·요양기술(96.8%)
- 상대적으로 **기초·기반기술과 한의융합 및 정보화 기술은 낮은 수준**
 - ※ 중국 대비 한국의 기초·기반기술(90.5%), 한의융합기술 및 정보화기술(92.5%)

분석 결과

- 현대과학 기술을 활용한 효능 및 기전 규명 강화
- 데이터베이스 구축과 연구역량 축적 및 첨단기술과의 융합을 통해 기술수준을 높이고, 기술격차를 줄여 전통의학 분야 기술을 주도

3

한의학 R&D 투자와 성과 및 한계

□ 한의학 R&D 투자

- 정부 한의학 R&D 투자는 지속적으로 증가('13~'19 연평균 4.3% 증가)해 왔으나, **절대 투자규모는 미흡**(정부 R&D 투자예산의 0.54%)
- 과기부('19, 728억 원), 복지부('19, 156억 원) 순이며, 과기부는 한의학(연)과 기초·원천연구 중심, 복지부는 임상연구 등을 지원

[단위 : 억 원]

부처	사업명	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
과학기술 정보통신부	한국한의학연구원	347	399	419	488	486	506	485
	이공분야 기초연구 지원/기타	58	57	67	58	71	150	142
	바이오·의료기술개발사업	37	72	76	75	87	79	57
	선도연구센터 지원	42	39	41	43	32	41	44
	합계	484	550	603	664	676	776	728
보건복지부	한약약선도기술개발사업	91	86	107	132	163	172	100
	양·한방융합기반 기술개발사업	—	36	75	75	61	45	18
	한약기반융합기술개발사업	—	—	—	—	—	20	36
	기타	23	12	30	36	15	11	2
	합계	114	122	212	243	224	248	156
기타*		231	296	289	239	218	220	226
합계		829	980	1104	1146	1133	1244	1110

* 식품의약품안전처, 산자부, 농진청, 중기청, 특허청, 산림청

□ 한의학 R&D 성과

- 그간, 한의학의 임상연구를 통해 **한의학 산업화 기술 및 표준진료지침** 등의 성과와 **한의 기술에 대한 임상적 효능 및 안전성을 지속 규명**
 - 한의학의 진단원리를 응용한 진단기기를 개발하였고, 한약 및 한의처방에 기반한 천연물 의약품 개발
 - ※ (진단기기) 설진기, 맥진기, 안면진단기 등
 - ※ (의약품) 신바로(자생한방병원의 한약처방), 스티렌, 시네츄라, 레일라, 조인스 등
 - 한의학 관련 시장 확대를 위해 한의건강기능식품·화장품 등의 기초소재 확보 및 기술이전·사업화 성과를 창출
 - 한의기술(침, 뜸 등)의 치료효과와 안전성을 임상적으로 규명하였고, 한약처방에 대한 표준화에 노력
 - ※ 당뇨병성 신경병증 전자침 치료효과 확인('18), 침·뜸의 진통효과 규명('16) 등
- 최근, 한의학 이론 및 기술의 특성을 **현대과학적으로 해석하기 위한 연구를 점차 시도**하고 있으며, 기전 규명 등의 일부 성과를 창출
 - 뇌영상 기법 등과 같은 첨단기술을 활용하여, 한의이론 및 진료법에 대한 과학적 근거를 창출 중
 - ※ 경혈자극의 척수 체성감각 경로를 통한 뇌 전달기전 확인('19), 경혈자극의 뇌 내 스트레스 호르몬 분비 조절 기전 확인('19), 갱년기 우울증 침치료 작용기전 규명('18)
 - 맥진기, 설진기 등 개발을 통해 맥, 설과 같은 생체지표 측정에 노력
 - ※ 맥상과 기반 통증 정량화 기술 규명('19), 미세진류 기반 당뇨병 변별 가능성 제시('18)
 - 정량화 데이터 수집·활용이 가능한 빅데이터 플랫폼 구축 본격화('18~)
 - ※ 전통지식·의학 DB 구축 및 활용기술 개발('15), 전통의학 정보포털 구축('15)
 - ※ 인공지능 기반 한의 빅데이터 플랫폼 설계('18~), 통합 DB 구축('19~)

□ 한계 : 과학화·표준화 기반의 기초·기반연구가 미흡

- 한의학 이론 및 기술의 특성을 **현대과학적으로 해석하는 기초연구는 아직 절음마 단계로**, 이를 위한 **새로운 연구방법론도 부족**
 - 그간 일부 연구도 단일 성분분석 중심의 생명과학 연구방법론(세포·동물시험, 임상시험)을 그대로 적용하여 침·약재의 유효성 검증에 치중
 - 한의학적 생체지표를 현대의학의 체계로 해석하고, 다중 소재·성분을 포함하는 한약의 유효성분·작용기전을 밝힐 수 있는 방법론 부족
- 객관적인 진단기준을 위한 **생체지표 표준화 부재**
 - 생체지표를 정량·객관적으로 평가할 수 있는 진단기준이 부재하여 한의사의 감각에 의존하는 등 진료 표준화에 한계
- 빅데이터 구축에 노력하고 있으나, **연구 인프라 구축의 역사가 길지 않아 축적된 근거 및 데이터가 부족한 실정**

분석 결과

- 한의이론 및 기술을 과학적으로 규명하고, 정량적 진단기준을 마련하는 과학화·표준화 기반의 기초연구 강화 필요
- 과학화·표준화 기반의 의학정보를 축적하고, 공유·확산되어 새로운 가치를 창출할 수 있는 선도 기반 구축이 필요
- 최근 한의학 R&D를 통해 융합연구에 활용할 만한 성과가 일부 창출되었으나, 한의학의 미미한 R&D 투자는 본격적인 융합연구 활성화에 걸림돌로 작용

4

미래융합의학 용어 및 정의 재검토

□ 용어 재검토

- 한의 기반의 미래융합의학 → **미래융합한의학**
 - 미래융합의학은 미래의료 창출이나 새로운 의학적 대안의 의미를 내포하고 있어 개념이 다소 모호하거나 광범위
 - 또한, 한의학이 아닌 새로운 의학을 만든다고 받아들여질 수 있음
- 전인적 가치 → **전인적 관점**
 - 전인적 가치라는 용어가 생소하고 모호
 - 전인적 관점이라는 용어는 정신과 더불어 신체 전체를 통합적으로 바라보는 한의학의 접근방법과 일맥 상통

□ 정의 재검토

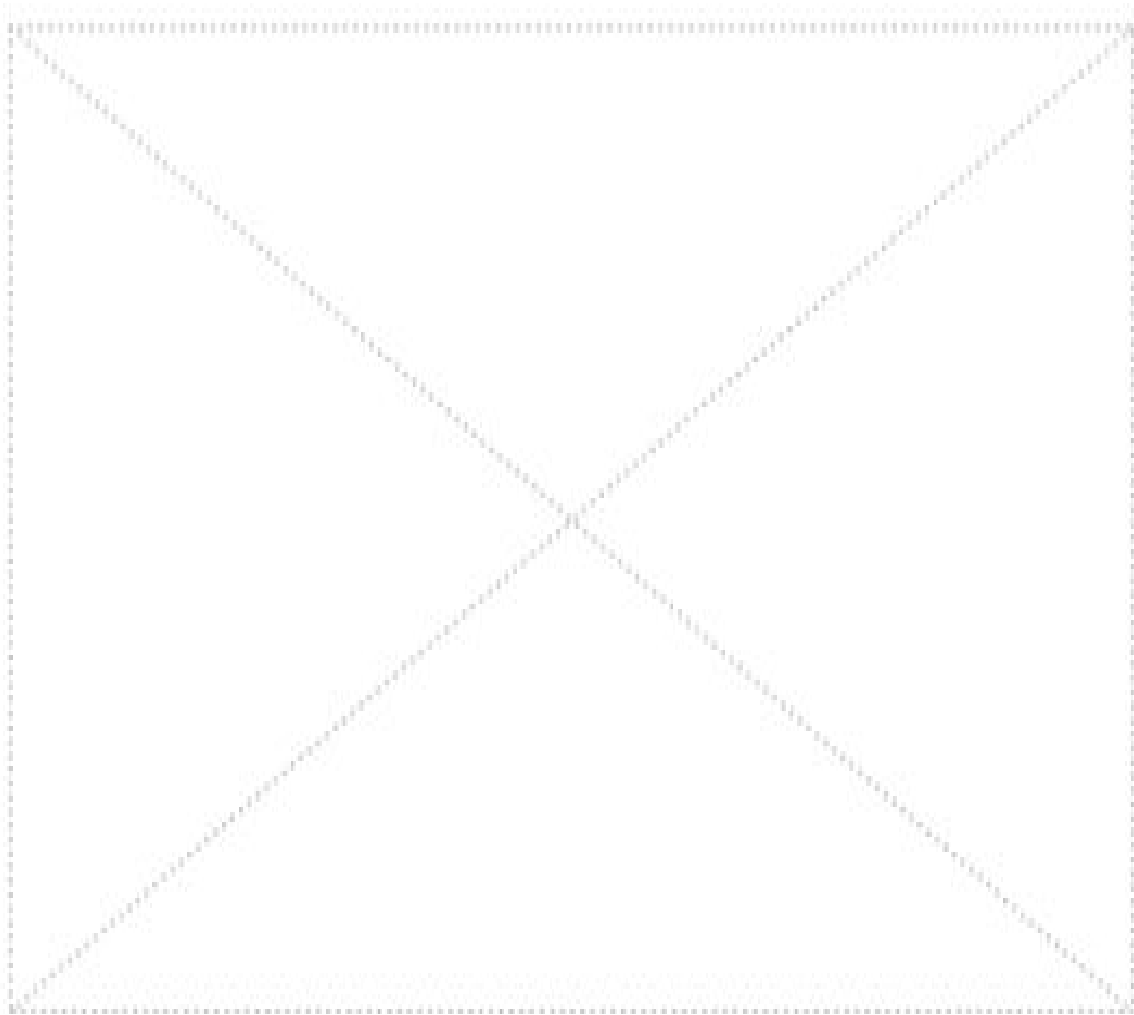
- 미래융합한의학 및 전인적 관점 등 수정·보완한 용어 반영
- **한의학 장점과 타분야 융합을 통해 그간 해결하지 못한 보건의료 한계와 사회적 현안을 해결하고, 바이오·산업 혁신에 기여하는** 지향점을 반영
 - 사회구조·환경 및 라이프 스타일 변화에 따른 질환(스트레스, 우울 등)
 - 기존 치료방법의 한계에 봉착한 질환(고령화 질환, 복합원인 질환, 특정부위 증상에 기반한 진단·치료, 약물 부작용 등)을 해결

기존(안) : 한의 기반의 미래융합의학

전인적 가치 기반의 한의기술과 다양한 지식·기술을 융합하여
우리만의 차별화된 의학적 대안을 제시하는 것

신규(안) : 미래융합한의학

(미래융합한의학이란) 보건의료 한계와 사회적 현안을 해결하기 위해
전인적 관점 기반의 한의학과 다양한 기술·산업·학문 간 융합으로
창출되는 미래 기초·원천기술 및 지식



추진전략 방향

1) 융합연구

- ① 기존 기술·방법으로 해결하지 못한 문제를 융합을 통해 해결이 가능한 분야 연구
※ 한의학 자체 혹은 다른 기술 만으로 해결이 안되는 문제들을 융합을 통해 해결
- ② 임상(의료현장) 및 산업까지 연계되어 성과가 창출되고, 타 분야와의 융합을 통한 시너지 효과를 기대할 수 있는 분야

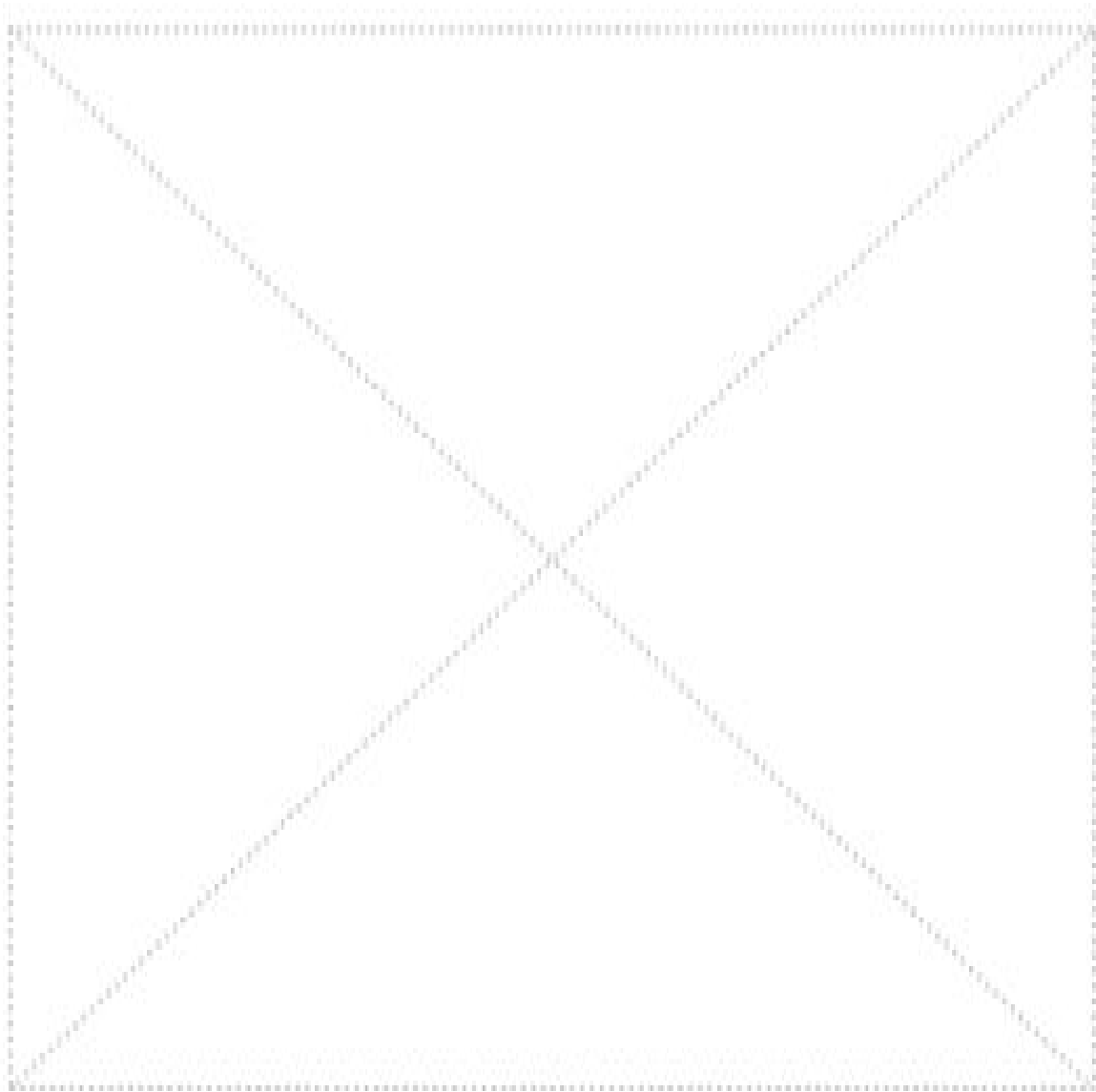
2) 기초·기반 연구

- ① 한의학의 발전을 위한 토대 마련
- ② 본격적인 융합연구 활성화를 위한 기반 구축

－ 비 전 체 계 (안) －

< 미래융합한의학 : 전인적 관점의 한의학 + 다양한 기술·산업·학문 융합 >

보건의료 한계와 사회적 현안을 해결하기 위해
전인적 관점 기반의 한의학과 다양한 기술·산업·학문간 융합으로
창출되는 미래 기초·원천기술 및 지식



< 기획위 및 실무위 추진일정(안) >



※ (2차 기획위 이후 일정) 위원 일정 별도 확인 후, 최종 확정

□ 기획위원회

○ 2차 기획위원회 개최 : 9월 7일(화) 경

- 전략체계 및 융합의학 분야 최종 확정
- 융합의학 분야를 고려하여 실무위원회 분과 검토·확정
- ※ 실무위 분과 구성(안) : 융합연구 2개 분과 / 기초기반연구 1개 분과

분과	1분과	2분과	3분과
내용	전인적 헬스케어 서비스 / 한의 ICT 융복합 의료기기	한의 바이오 융합치료 기술	과학화, 표준화, 지능화

※ (실무위 분과장) 기획위원회에서 선정

※ (분과별 실무위원 구성) 기존 전문가 Pool 활용 및 기획위원회 추천을 통해 구성

○ 3차 기획위원회 개최 : 10월 21일(목) 경

- 분과별 실무위원회 개최결과 검토·확정 등
- 미래융합의학 발전전략 및 세부추진계획 최종 검토·확정

□ 실무위원회

○ 1차 실무위원회 개최 : 9월 16일(목) 경

- 실무위 킥오프, 융합의학 개념(범위) 및 전략체계 공유
- 세부추진계획 등 검토 방향 논의·확정

○ 2차 실무위원회 개최 : 9월 28일(화) 경

- 세부추진계획 등 작성·검토

○ 3차 실무위원회 개최 : 10월 7일(목) 경

- 세부추진계획 등 수정·보완

2. 실무위원회 1차 회의자료 : 기획 개요(기획위 검토를 포함하여 재정리)

I. 사업추진 개요

<과기부 정책기획 과제 개요>

- ◆ 과제명 : 한의 기반 미래융합의학 발전전략 수립
- ◆ 수행기관 : 한국한의학연구원 / 수행기간 : '21.7 ~ '21.11(약 5개월)
- ◆ 목표 : 기 수립한 '한의기반 미래융합의학 발전전략'('19.6)에 기반하여 미래융합의학 본격화 및 실현을 위한 중장기 전략을 수립하고, 관련 핵심과제를 도출

1. 추진 배경 및 필요성

□ 추진배경

- 전 세계적 **고령화**로 노인성 질환자가 증가함에 따라 세계 각국 뿐만 아니라 우리나라도 **의료비 부담이 국가적 현안**으로 대두
- 우리나라는 **세계적 수준의 현대의료 체계와 오랜 전통을 가진 한의학**이 있어, 이를 융합한 **차별화된 새로운 의학적 대안**을 제시할 수 있는 잠재력 보유
- 한의학은 새로운 의학적 대안인 융합의학의 핵심주체로서 **잠재력과 한계도 존재**
- 따라서, 융합의학의 핵심주체로서 한의학의 가치를 발전시키고 **융합의학 본격화**를 위한 **장기적인 미래전략** 필요

□ 추진목적

- 미래 융합의학 본격화 및 실현을 위한 **'한의 기반의 미래융합의학 발전전략'** 수립

□ 주요 과업 내용

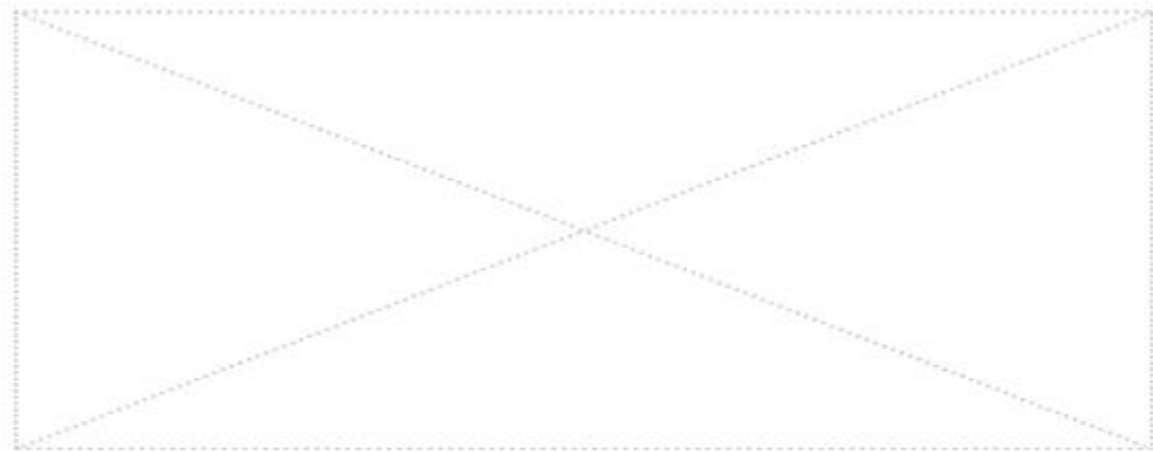
- 국내외 연구동향 및 여건분석을 통한 한의기반 미래융합의학 R&D 방향 수립
- 다양한 분야의 전문가로 구성된 기획·실무위원회 운영을 통해 사업 기획 수행
- 기존 전략(안)*에 기반한 미래융합의학 발전전략 수립

* (별첨 2) 과기부 「한의 기반 미래융합의학 육성 전략(안), '19.6」 참고

2. 기획 수립체계 및 절차(일정)

□ 기획 수립체계

- 과학기술정보통신부가 추진하고, 한국한의학연구원과 (주)날리지웍스가 기획·실무위원회와 함께 기획 실무 진행
- (위원회) 기획(12명)·실무위원회(분과별 6명)로 구분, 사업 기획(안) 도출



□ 추진 절차(일정)

구분	내용	일정
사업내용 및 추진방안 설계	- 국내외 환경분석 등을 통한 사업기획 방향 및 추진전략 설계	8월
기획위원회 1/2차 회의	- 사업기획 방향 및 사업구성 검토	8.31-9.7
실무위원회(1/2/3차) 회의 : 사업내용 및 추진방안 논의 및 검토	- 세부사업 구성 및 목적, 연구범위 등 논의	1차: 9.28~10.1 2차: 10.6~10.13 3차: 10.18~10.22
	- 후보기술(예상되는 연구개발 내용) 검토 및 조정	
	- 세부사업별 세부 연구개발 내용 확정 및 세부사업별 개요서 작성	
	- 세부사업별 운영 이슈 및 추진방안 논의	
기획위원회 3차 회의	- 사업목표, 사업운영방안 등 확정 - 사업기획 최종안 검토	10.28-29

II. 주요 현황

1. 한의학의 특징

한의학의 특징*을 활용하고, 첨단기술과 같은 다양한 분야와의 융합을 통해 그간 해결하지 못했던 보건의료 및 사회적 현안 해결에 기여 가능

※ ① 정신과 신체의 통합적 접근 / ② 다중 시스템적 접근 / ③ 개인맞춤·예방

□ 심신을 통합하여 접근하는 전인적 관점과 다중요소 고려

- (전인적 접근) 신체 전체 뿐만 아니라 정신을 함께 아우르는 접근

- (근본치료) 전인적 접근을 통해 **질병의 근본원인**을 찾아내는데 중점
- (복합치료) 다중요소(MC·MT) 기반 약물 치료(한약, 식치)과 비약물(침구, 뜸, 부항, 추나 등)을 결합한 복합치료 가능

* MCMT 기반 한약치료 + 비약물 치료기법(침구, 경혈자극 전자약 등) 개발 가능

□ 부작용 적은 최소 침습적 치료이며, 개인맞춤·예방에 장점

- (최소 침습적) 한의학은 약물 부작용 및 수술후 부작용을 최소화할 수 있는 최소 침습적 치료법 및 도구*에 대해 오랜 기간의 임상효과 축적
 - * 침구 치료, 부항, 뜸, 추나 등 통증치료 및 재활, 오래기간 복용시 부담이 되는 약물 투여 없이 비약물 치료를 통한 심리 치료 등
- (개인맞춤) 사상체질 등 개인의 특성과 체질을 고려한 진단·치료에 적합
- (예방의학) 질병 발생 전·후의 건강상태·면역력의 향상성 유지에 강점
 - * 신종 감염병 유행시대에 내적 생명력을 기르고, 생리적 조절을 균형있게 하는 “질병에 대한 저항력과 면역력을 강화” 중요성 대두
- (저비용) 개인의 생리현상을 관찰하여 질병 발생 전 일상생활에서 건강상태를 관리하고 질환을 예방함으로써, 고가의 진단·치료기기를 활용하지 않고도 저비용으로 치료 및 건강관리 가능

□ 보건의료 현안 및 사회문제를 해결할 수 있는 잠재력 보유

- (보건의료 현안대응) 기존 치료방법의 이슈를 해결하기 위해 다중요소 기반의 새로운 접근 가능
 - * 질환부위를 직접 자극하지 않고, 상응하는 경혈부위를 활성화시켜 전체적 생체조절 가능
- (미래사회 대응) 심신 통합적 접근과 환경적 요인을 종합적으로 고려하는 한의학은 사회구조·환경 및 라이프 스타일에 기인한 질환* 대응
 - * 스트레스, 우울증, 불면증 등 정신질환 관련 치료제 장기복용 문제, 여러 장기 기능 저하와 함께 심각해지는 노인성질환 관리 등

□ 한의학과 타분야 융합을 통한 효율적·효과적 접근 가능

- 임상에서 오랫동안 입증되어 온 한의약과 다양한 첨단기술의 융합을 통해 핵심 원천기술로 발전 가능
 - * 침뜸치료 임상효과로 오랫동안 입증되어온 경혈자극은 헬스케어 핵심 융합원천기술로 활용
- 전체적 생체조절을 다루는 한의학을 기반으로 새로운 형태의 융합기술 개발 가능
 - * 뜸치료는 경혈부위에 온열 및 화학자극을 통해 치료하므로 새로운 형태의 헬스케어 기술 창출 가능

2. 한의학 기술수준 진단

- 현대과학 기술을 활용한 효능 및 기전 규명 강화
- 데이터베이스 구축과 연구역량 축적, 첨단기술과의 융합을 통해 기술수준을 높임으로써 전통의학 분야에서의 국제 경쟁력 제고 필요

□ 국내 한의약 효능 및 기전 규명기술은 기술선도국 추격 단계

※ 「제4차 과학기술기본계획의 120개 중점과학기술」 기술수준평가의 일환으로 「한의약 효능 및 기전 규명기술」에 대해 분석 수행(KISTEP, '21년)

○ 최고 기술선도국(중국) 대비 80% 기술수준, 약 3년간 기술격차 발생

- 기술수준 및 격차는 전통의학 분야 주요 국가 중 낮은 것으로 확인

※ 중국(100%), 미국(90%, 0.5년), 일본(84%, 3년), 한국(80%, 3년), EU(77%, 3년) 순

- 중국 대비 국내 데이터베이스와 연구역량은 추격단계

※ '20년 국내 연구역량은 기초연구(보통)보다 응용개발연구에서 상대적으로 우수

○ 주요국 대비 연구주체의 다양성 다소 저조

※ 연구주체도 다양도 : 한국 0.61, 중국 0.89, 일본 0.78, EU 0.87, 미국 0.90 = 평균 0.91

□ 한의학은 타기술 분야와의 융합을 위한 연구역량 보유

○ 현대과학(의학) 기술을 활용한 효능 및 기전 규명 측면에서는 아직 추격단계나, 첨단기술과의 융합 시도 증가로 발전 가능성 보유

- 최근 관련 연구자, 빅데이터, 오믹스 등 첨단기술을 접목하는 시도, 해외 임상사례 증가추세로 발전 가능성 보유

○ 한의진단, 치료 및 재활·요양기술은 다른 영역의 기술수준보다 비교적 우수한 수준(세부 영역별 기술수준평가 결과, 한의학연('16년))

※ 중국 대비 한국의 한의진단기술(96.5%), 치료 및 재활·요양기술(96.8%)

- 최고 수준 국가를 아직 추격하는 단계이나, 기초·기반기술과 한의융합 및 정보화 기술은 상대적으로 높은 수준

※ 중국 대비 한국의 기초·기반기술(90.5%), 한의융합기술 및 정보화기술(92.5%)

3. 한의학 R&D 투자와 성과

- 한의이론·기술을 과학적으로 규명하고, 정량적 진단기준을 마련하는 과학화·표준화 기반의 기초연구 강화 필요
- 과학화·표준화 기반의 의학정보를 축적하고, 공유·확산되어 새로운 가치를 창출할 수 있는 기반 구축 필요
- 최근 융합연구에 활용할 만한 성과가 일부 창출되고 있으나, 한의학 R&D에 대한 미미한 R&D 투자는 본격적인 융합연구 활성화에 걸림돌로 작용

□ (투자현황) 정부투자는 지속 증가해 왔으나 절대 투자규모는 미흡

○ 한의학 R&D에 대한 정부투자는 '13~'19년간 연평균 4.3% 증가하였고, 투자규모는 전체 R&D 예산의 0.54%에 불과

○ 과기부('19, 728억 원), 복지부('19, 156억 원) 순이며, 과기부는 한의학(연)과 기초·원천연구 중심, 복지부는 임상연구 중심으로 지원

□ (성과) 그간 한의학 산업화 기술 및 표준진료지침 등의 성과창출과 한의기술에 대한 임상적 효능 및 안전성 지속 규명

- 한의학의 진단원리를 응용한 진단기기, 한약 및 한의처방에 기반한 천연물 의약품 개발
- 한의학 관련 시장 확대를 위해 한의건강기능식품·화장품 등의 기초소재 확보 및 기술이전·사업화 성과 창출
- 한의기술(침, 뜸 등)의 치료효과와 안전성에 대한 임상적 규명, 한약처방에 대한 표준화에 노력
 - ※ 당뇨병성 신경병증 전자침 치료효과 확인('18), 침·뜸의 진통효과 규명('16) 등

□ (성과) 최근, 한의학 이론 및 기술의 특성을 현대과학적으로 해석하기 위한 연구 시도 증가와 기전규명 등 일부 성과 창출

- 뇌영상 기법 등과 같은 첨단기술을 활용하여 한의이론 및 진료법에 대한 과학적 근거 성과 창출 중
 - ※ 경혈자극의 척수 체성감각 경로를 통한 뇌 전달기전 확인('19), 경혈자극의 뇌 내 스트레스 호르몬 분비 조절 기전 확인('19), 갱년기 우울증 침치료 작용기전 규명('18)
- 맥진기, 설진기 등 개발을 통해 맥, 설과 같은 생체지표 측정에 노력
 - ※ 맥상과 기반 통증 정량화 기술 규명('19), 미세전류 기반 당뇨병 변별 가능성 제시('18)
- 정량화 데이터 수집·활용이 가능한 빅데이터 플랫폼 구축 본격화('18~)
 - ※ 전통지식·의학 DB 구축 및 활용기술 개발('15), 전통의학 정보포털 구축('15)
 - ※ 인공지능 기반 한의 빅데이터 플랫폼 설계('18~), 통합 DB 구축('19~)

□ (시사점) 사회문제 해결과 새로운 가치 창출을 위한 융합연구 활성화와 이를 체계적으로 지원하기 위한 기초·기반연구 필요

- 우리나라는 주요국 대비 연구역량이나 연구주체의 다양성 측면에서 다소 부족하고, 기초연구의 특정 분야 연구 치중, 새로운 연구방법론 부족
 - 그간 시도되었던 연구에서 단일 성분분석 중심의 생명과학 연구방법론(세포·동물시험, 임상시험)을 그대로 적용, 침·약재의 유효성 검증에 치중
 - 한의학적 생체지표를 현대의학의 체계로 해석하고, 다중 소재·성분을 포함하는 한약의 유효성분·작용기전을 밝힐 수 있는 방법론 부족
- 반면, 최근의 융합연구 증가추세, 기초기반과 한의융합·정보화 분야의 역량 상승 등 융합의 잠재력 충분히 보유
 - 또한, 세계적 수준의 보건의료 연구역량과 오랜 전통을 가진 한의학이 있어 이를 융합한 차별화된 새로운 의학적 대안 제시 가능
- 미래사회 대응을 위해 선제적인 연구분야 발굴과 이에 대한 노력 장려 등 융합연구 활성화와 이를 위한 체계적인 기초기반연구 추진에 있어서 국가차원의 발전전략 필요
 - 이를 통해 고령사회 진입 등 다층·복잡화된 사회문제에 대한 해결방법 모색, R&D 가치 창출에 기여

III. 국내의 환경여건

1. 정책동향

□ (미국) NCCIH, 전인적 건강 개념을 새롭게 도입한 연구전략(21-25) 수립

- 인간의 전 생애주기에 걸쳐 건강증진 및 질병 예방을 위한 보완통합의학의 잠재성에 대한 연구를 주 연구목표로 설정
- 인간 건강을 신체와 정신이 결합한 전인적 건강(Whole Person Health)으로 인식하고 건강관리와 질병연구에 있어 심신을 아우르는 이해 요구
- 다양한 분야의 관점(Multimodal)에서 연구하고, 기존 현대의학과의 연계를 추구하는 보완통합의학의 역할 수립

목표 1. 기초과학 및 연구방법론 개발 확대

- 세부전략 1-1. 식이요법과 심신치료 관련 기초 및 기전 연구 촉진
- 세부전략 1-2. 보완통합의학 진단·치료·예방법과 체계를 연구하기 위한 방법론, 도구 개발
- 세부전략 1-3. 건강회복정도 및 회복탄력성(Resilience)을 정량화하고 측정하는 방법론 개발
- 세부전략 1-4. 보완통합의학 연구방법론의 효과적이고 과학적인 수행을 위한 지원 방안 마련

목표 2. 전인적 건강연구 및 기존 현대의학과의 통합에 대한 연구 촉진

- 세부전략 2-1. 신체와 정신 체계의 상호작용을 연구하는 기초 연구
- 세부전략 2-2. 다성분 중재가 신체 내 생리체계(신경계, 위장계, 면역계 등)에 미치는 영향에 대한 임상 및 중개 연구
- 세부전략 2-3. 건강 개선에 초점을 맞춘 다자 중재연구
- 세부전략 2-4. 보완통합의학과 기존 현대의학의 통합을 위해 정기적인 중재를 기반으로 하는 실제 임상(Real-world) 연구

목표 3. 건강증진, 건강회복, 회복탄력성, 질병예방 및 증상관리에 대한 연구

- 세부전략 3-1. 보완통합의학 접근법이 건강회복, 회복탄력성 및 웰빙에 미치는 영향에 대한 이해
- 세부전략 3-2. 다양한 인구와 환경에서 건강증진, 건강회복, 회복탄력성, 질병예방, 증상관리에 대한 보완통합의학 치료법의 안전성·유효성 연구
- 세부전략 3-3. 보완통합의학의 보건분야 내 보급과 실행을 위한 임상 연구

목표 4. 보완통합의학 연구인력 양성

- 세부전략 4-1. 보완통합의학 의료행위에 대한 엄밀한 첨단연구를 수행할 수 있는 전문 과학자 훈련 및 경력 개발지원
- 세부전략 4-2. 개인 및 기관 수준에서 발생하는 학제 간 협업 가속화
- 세부전략 4-3. NCCIH 인력양성 활동의 질을 지속적으로 제고하기 위한 모범사례 발굴

목표 5. 보완통합의학에 대한 과학적인 근거 기반 정보의 확산

- 세부전략 5-1. 보완통합의학 중재와 연구에 대한 근거기반 정보 확산
- 세부전략 5-2. 보완통합의학 기초개념과 생물연구에 대한 대중 이해도 제고

□ (중국) 질병 치료 중심에서 건강 중심으로 정부 정책·투자 패러다임 변화, 현대과학기술을 활용한 중의학 연구 장려

- 국민건강 개선을 위해 종합건강중심, 전체인구 대상, 능동형·시스템형·통합형 서비스, 전방위서비

스, 국가·사회·개인 공유모델을 5대 전략으로 제시

- 중국 국무원은 2016년, 국민건강수준을 선진국형으로 개선하기 위한 중장기 정책 「건강 중국 2030」 수립하고, 5대 변경사항을 포함한 GHCS (Green Health and Care System) 전략 제시

<중국 GHCS 구현을 위한 5대 전략>

구 분	변경 전	변경 후
서비스 개념	질병 중심	종합 건강 중심
서비스 대상	환자 그룹	전체 인구
서비스 모델	수동형, 파편화 서비스	능동형, 시스템형, 통합형 서비스
서비스 기능	치료 및 예방에 중점	건강관리 서비스를 포함한 전방위 서비스
서비스 주체	단일 의료 위생 기관	국가, 사회 및 개인의 공유 모델

- 「중의약 발전전략규획강요」(2016-2030)을 통해 중의학 의료서비스 역량 개선을 위해 ‘인터넷 + 중의학 촉진’, ‘빅데이터 활용’ 정책 추진
 - 현대과학기술을 활용한 연구장려를 국가책무로 규정하고, 현대과학기술 성과와 통합한 R&D 정책 강조

□ (국내) 바이오·의료 분야의 핵심기술 선제적 확보를 위해 타분야와의 융합 확대, 「예방」, 「신약」, 「의료기기」를 중점영역으로 설정

- 국정과제에서 의료기기의 4차산업혁명 기술융합, 나노·바이오 융합 R&D, 뇌과학 등을 포함한 바이오·의료 분야의 기술융합 방향 제시
- 다수의 상위계획에서 「예방」, 「신약」, 「의료기기」를 바이오·의료 R&D 중점영역으로 제시하고 타 분야와의 융합확대를 핵심전략으로 설정
- 그 외, 과기부는 고령사회에 따른 치매극복 강조, 디지털 치료제, AI 활용 혁신신약 등 유망기술과 다양한 분야에 접목·활용가능한 공통기반 기술에 대한 선제적 투자방향 제시

2. 산업동향

□ (세계시장) 전통의학을 활용한 심신요법과 디지털 헬스가 세계 보완대체 의료시장 및 보건 의료시장 성장의 주요 기폭제로 작용 예상

- 세계 보완대체의료 시장규모는 ‘21-’27년 사이 연평균 22.03% 증가, 2028년에는 4,046억만 달러 규모로 성장 예상(Grand View Research, Inc. ‘21)
- 성장동인으로 요가, 명상, 자기요법, 침술 등 심신 모두를 다루는 전통의학에 상당한 관심이 집중 예상

※ 자기요법은 전통의학 분야의 전문가들 사이에서 많이 채택되고 있는데, 아직 초기단계이기는 하나 몇몇 임상시험에서 통증관리에 유효한 결과를 내고 있음

- **각국의 정책이 보완대체의료 도입을 가속화**하여 시장규모를 확대하는 중요한 동인으로 작용
 - 선진국을 중심으로 재정적 지원, CAM 정부시설 설립 등 **국가정책 추진**
 - ※ 인도정부의 경우 최근 CAM 관련 시설 개발과 표준화에 대규모 투자는 주목할만 하며, 지방정부 또는 기업에서도 보완대체의료 관련 의료관광에 초점을 두고 있음
 - 기존 현대의학의 사회적 비용이 높다는 점에서 **기업들도 적극 투자**
 - ※ 영국에 본사를 두고 있는 The Healing Company는 “reflexology”, Havening 기법, 레이키(reiki) 등 다양한 보완대체의료 방법 채택
 - **세계 Digital Health 시장은 2020년 1,525억달러에서 2026년 4,567억달러로 매년 18.8%씩 성장** 예상(Global Industry Analysts Inc., '21)
 - 이중, **모바일 헬스(mHealth)**는 2026년 2,531억 달러 규모로 가장 큰 비중을 차지하며 매년 16.6%씩 성장 예상
 - 전문가 분석에 따르면, **mHealth 기술의 채택 증가, 예방의료 트렌드 증가, mHealth 신생 기업의 자금력 증가** 등으로 큰 점유율 차지 예상
 - 또한, **정부의 이니셔티브 증가, 전자건강기록 시스템에 대한 수요 증가**로 강력한 성장 견인 예상
- **(미국) 심신치료 중심의 보완대체의료 수요 급증, COVID-19 영향으로 비대면‘Virtual Classes’수요 증가**
- **요가와 명상을 사용하는 미국 성인과 아동 수가 크게 증가**(각각 14.3%, 14.2% 증가), 카이로프랙틱의 사용도 성인의 경우 소폭 증가(미국 NHIS, '18)
 - 특히, 팬데믹 기간동안 스트레스, 우울증, 불안장애 등 심신치료요법에 대한 수요가 증가하면서 **모바일 프로그램을 통한 가상 심신수업** 활용
- **(중국) 고령사회 및 신종감염병 대응, 디지털과의 접목을 통한 중의학 수요 및 시장확대 예상(양로/건강관리/디지털 의료/의료기기 + 중의학)**
- 고령화 문제로 **양로서비스가 결합된 개인연금제도** 급속도로 발전함으로써 **양로서비스 시장확대, 건강보험 수요 급증과 다양화** 예상
 - COVID-19 이후, 사람들의 건강관리 인식 제고, 중의약에 대한 신뢰도와 수요 증가로 중의약 시장규모 확대 예측
 - '18년에서 '30년까지 중의약의 생약가공 시장규모는 5,000억 위안 상회 전망(중의약 고품질 발전심포지움의 예측 데이터)
 - 중의약이 국가의료센터 및 국가지역의료센터 건설계획에도 포함되면서, “제14차 5개년” 기간에 중의약 사업이 급성장을 이룰 것으로 전망
 - **COVID-19 이후 비대면 의료서비스에 대한 국민 수요가 대폭 증가**함에 따라 ‘제14차 5개년’에 **원격의료 추진 포함**
 - 디지털 기술이 견인하는 온라인진료, 원격진료, 전자처방, 만성질환관리 등 **인터넷 의료서비스가 큰 발전기회를 맞이할 것으로 전망**
 - 중국 정부와 시장, 기술적 동인으로 **의료기기 산업 성장 확대**로 **중의학 의료기기도 함께 성장** 예상
 - 의료기기산업 성장분야는 영상기기분야, 체외진단약 분야, 심장 및 뇌혈관분야, 중앙 관련 의료기기 분야, 외과·정형외과 기기 분야, 의료관련 인공지능 분야로 예측('18-'20년 중국의 대건강 산업투자조사보고서)

□ (국내) 한의약산업 업체 규모가 영세하여 민간 R&D 투자 한계 존재

- '19년 한의약산업 매출액은 10조 3,630억원으로 '17년대비 9.9% 증가하였으며, 이중 비약품 매출액 비중(61.6%) 큼
 - 한의약산업 전체 사업체수는 0.1% 감소하였으나, 종사자 수는 6.1% 증가함으로써 점차 규모화되는 양상
 - '19년 기준, 한의약산업 수출금액은 1,567억원이나, 5억원 미만 사업체가 66.4% 차지하는 등 영세한 수준
- 한약제제 관련 산업은 '17년 기준 3,619억원으로 '11년 이후 연평균 3.7%씩 성장하고 있으나, 수출업체의 규모 영세, 중국에 대한 수입의존도 큼
- 한의 의료기기 매출액의 경우, '19년 307.7억 원으로 매년 20.5%씩 빠르게 감소하고 수입비중도 큼
 - 한의 의료기기 수출액은 '17년 약 1,425만 달러로 전년대비 24.8% 증가했으며 수입액은 약 491만 달러로 72% 증가
 - 이러한 경향은 현재, 한의사가 의료기기로 진단하지 못하는 현실의 영향이 크며, 이는 이중진료 문제 야기로 환자불편과 의료비 낭비 초래 가능

3. 사회적 환경

□ 초고령사회 문턱까지 진입했으나 건강수명 정체, 고령자 1인당 진료비 지속 증가

- 65세 이상 인구가 '19년 아동 인구를 추월한데 이어 청소년 인구도 넘어서면서 '초고령사회' 문턱까지 진입(인구통계, '21)
 - ※ 유엔에 따르면, 65세 이상 인구가 전체 인구의 7% 이상인 경우 고령화사회, 15% 이상인 경우 고령사회, 20% 이상은 초고령사회로 구분
- 가장 최근 조사결과 2018년 기대수명은 82.7년으로 꾸준히 증가하고 있으나, 건강수명은 정체(통계청, '20)
 - ※ 건강수명은 2014년 65.2년 → 2016년 64.9년 → 2018년 64.4년으로 정체
- 고령자 1인당 진료비는 448만 7천원, 본인부담 의료비 104만 6천원으로 점차 증가, 빈곤한 노인 문제 가중 전망
 - 노인 인구가 13%인 것에 비해 전체 건강보험 진료비 38%를 사용하고 있고, 빠른 인구고령화가 박차를 가해 국가재정의 악재로 작용 예상

□ 질병구조 변화로 자가건강관리와 질병예방관리 중요성 부각

- '19년 기준, 입원 질병분류 중 상위 질환군의 점유율은 '정신 및 행동 장애'가 22.1% 점유, 해당 질환군에 치매 상병이 큰 비중 차지(권의정, 2020)
 - ※ 권의정(2020) 연구는 내원일수를 기준으로 분석된 결과이므로 진료인원과 진료비를 기준으로 할 경우 암과 같은 의료비 부담이 큰 질환이 부각될 수도 있으므로 해석에 주의 필요
- 순환기 계통, 신경계통 질환도 지속적으로 높은 비중 차지 예상

- 만성퇴행성 질환, 치매 증가 등으로 인한 **정신건강 관리, 근골격계 질환**이 주요 질환으로 꼽히면서 **건강관리, 예방관리가 중요한 영역**이 될 것으로 전망

□ 완치보다 기능유지를 추구하는 질환관리 수요 전망

- 노인질환의 특징은 **한사람에게 여러 질환이 같이 존재**한다는 것이며, 일반적으로 **여러 원인으로 여러 장기 질환이 발생**하는 사례 다수
- 또한, 노화과정은 개인의 차가 크고 질병발생이 동반되기 때문에 개인의 차가 현저히 두드러져 질환치료에서 **개인에 대한 특별한 주의** 요구
- 특히, 노인질환은 **치료되지 않은 만성질환이 많아 질환관리가 절대적 치료보다 기능유지가 목표**가 되는 개념 도입 필요

□ 지역적 불평등, 소득격차 확대로 건강형평성 문제 확대 예상

- 인구 고령화가 진전되면서 노인인구에 대한 건강형평성 문제 부각, 특히 **노인 인구집단의 지역적 격차 문제** 대두
- 이와 더불어 COVID-19 확산으로 **“근로 빈곤인구 증가”의 사회적 불평등 문제가 의료서비스 접근성 격차로 건강수준에 영향을 미칠 것으로 예상**
- 그러나 국내에서는 의료서비스 접근성 제고를 위한 솔루션으로 대변되는 원격의료 문제 등이 사회적 합의가 이루어지지 않아 향후 해결과제로 남아 있음

□ 질병구조 변화에 대한 한방의료 대응영역이 많음에도 신뢰도 및 인지도 저하로 한방의료 이용 감소

- ‘20년 한방의료 이용 및 한약소비 실태조사’에 따르면 **한방의료 이용비율은 점차 감소**
※ 한방건강보험 이용 전체 환자의 경험은 2017년 73.8%에서 2020년 69.0%로 이용율 감소
- **한방의료 인지도가 낮고, 과학적 근거 부족으로 인한 신뢰도 저하 등이 한방의료 감소 원인으로 작용**
※ ‘잘 알지 못한다’가 38.4%로 한방의료 인지도가 비교적 높지 않고, 한의학을 신뢰하지 않은 이유로 ‘과학적으로 잘 증명되지 않았다’가 50% 이상 차지
- 이는 해외에서 **보완대체의료 수요가 증가하고 있는 것과 반대되는 추세임**

4. 기술동향

□ 심리와 신체간의 상호작용 및 뇌와 심신의 메커니즘 연구 등 전인적 연구를 위한 기초연구와 다학제 융합연구 활발

- ‘18년 4월, 국립노화연구소(NIA)는 NIH와 NCCIH 공동으로 **건강에서 정서적 웰빙(emotional well-being)의 역할을 주제로 논의**
- **정서적 웰빙을 촉진하기 위한 중재(interventions) 전략 개발, 임상연구 또는 적용 문제를 다루었고, 최근 심리와 신체간 상호작용에 대한 연구 진행**
 - 예를 들어, Yi-Yuan Tang1, et al(2019) 연구에서는 심리적 웰빙을 개선하는 메커니즘에 대

해 전대상 피질·전전두엽 피질(ACC/PFC)을 포함한 뇌 자가제어 네트워크(brain self-control networks) 역할 강조

- NCCIH와 NIA가 공동으로 정서적 웰빙연구 네트워크를 지원하여 사회학, 행동학, 심리학, 생물학, 신경생물학 분야의 학제간 연구 촉진

- NCCIH 또한 현대의학과 보완대체의학간 경계가 모호해지면서 연구방법을 심리치료(psychological interventions)과 신체치료(physical interventions)로 재구성하여 심신의 중재가 임상적으로 효용성이 있는지 과학적 근거를 제공하기 위한 기초연구 중심의 향후 5년 연구전략 수립

□ 중의학 임상 경험 수집, 침술, 예방의학 등에서 AI 기술 활용 연구 시도

- 병리학·임상·의학 오랜 경험과 계속 업데이트되는 정보들을 활용하여 최고 수준의 진단과 치료 전략을 대표하는 중의학 임상경험을 AI를 통해 수집

- Liu Fan('20) 연구에서 전문가를 대상으로 만성위염 치료에서 중의학 효과에 대한 후향적 데이터를 분석하기 위해 지식맵핑 기술 활용
- Chen Qingwen('09)은 뉴럴네트워크 기술을 이용하여 자동진단·치료시스템 개발, 임상의들의 의료기록 접근과 정확한 전자처방 지원

- 경혈의 위치파악, 침 치료효과 조사, 경혈자극의 치료효능 규명의 AI 가이드 자동 검출을 위한 로봇 제어 침술기술 개발(Tainan National Cheng Kung University)

- AI를 이용하여 “예방의학” 측면에서의 건강관리모델을 분석하여 핵심기술모델 수립

- 보스턴 의과대학('15), 통합의학 콘텐츠와 건강정보기술을 접목한 가상의 건강가이드시스템과 통증영향과 진통제 사용을 줄이기 위한 자기관리 전략을 제공하는 심신만성통증관리 플랫폼(OWL) 개발
- 국내에서도 개인의 건강관리를 위해 모바일 설 데이터 분석 플랫폼 개발, 모바일 기반 설 데이터 수집 및 분석 서버 구현을 통해 모바일 기반의 설진 시스템 개발('17)
- AI를 활용한 Snowy Technology(2019)은 중의학 맥진단방법을 디지털화하여 AI 가이드 시스템에 적용

※ 심박수, 혈압 등의 데이터를 수집하고 심혈관 및 뇌혈관 질환의 리스크를 실시간으로 평가하는데 필수적인 14가지 주요 장기의 건강상태 분석

- 추나요법에 대한 AI 적용은 아직 초기단계이나 효율성과 안전성을 개선하기 위해 추나 프로토콜 기반으로 마사지 장비, 로봇 개발 지속

- Huang et al.(2015) 등은 중의학 마사지 기술로 프로그래밍된 완전탄성관절을 가진 4 자유도 로봇팔 개발, AI 활용으로 개인의 증상에 따라 그에 상응하는 기술 구현
- Wang et al.(2018)은 3가지 기능(두드리기, 롤링, 주무르기)의 휴대용 등 마사지 로봇을 개발, 더 나은 효과를 위한 전체 경로 플래닝 알고리즘 제안

- 이외에도 기공호흡 특성을 특정 병리와 결합한 데이터 생성과 이를 기반으로 한 서비스 모델 개발

- 질병과 관련된 기공호흡 패턴을 정의하여 그 특성을 입증하는 연구가 이루어지고, 이러한 특성을 특정 병리와 결합함으로써 해당 병리에 대한 데이터베이스로 활용한 AI 기반 의료서비스 개발
- 치료와 바이오마커(VSI 정의 등)을 고려한 호흡기 건강에 대한 기공평가는 장기적인 건강관리패턴을 추적하는데 유용

□ 다양한 뇌연구방법을 접목한 경혈, 침치료 등 치료효능 연구 시도

- 경혈과 비경혈간 치료효과 차이를 보여주기 위해 **심전도 또는 뇌파검사 등의 기술을 적용**하여 경혈 신호를 감지할 수 있다는 것을 제시, 경혈과 비경혈의 제어위치에서 전기신호 수집을 위해 **전기스펙트럼기기 사용**(Jingjing Zhang et al, '21)
- 허혈성 뇌졸중 이후 수면장애 침치료 효과분석을 위한 **무선 다이내믹 수면 모니터 적용**, 침술의 임상효과를 후향적으로 분석(Yujuan Song, et al., 2021)
- 또한, 최근 10년간 **rs-fMRI(휴지상태 fMRI)**를 이용하여 침술치료의 메커니즘 규명, 질병과 진단 근거의 시각화 및 효능평가, 경혈자극의 생리적 기전, 경혈의 시각화 등 연구 추진

□ 오믹스 기술을 활용한 전통의학 이론과 치료에 대한 이해와 메커니즘 연구 다수

- CAM(Complementary and alternative medicine) 분야에서 대사체학, 전사체학 등 오믹스 기술을 이용한 질환 연구 다수 진행, 주로 치료의 메커니즘 연구 집중
 - 오믹스 기술은 **복잡성, 다차원, 네트워크 상호작용을 포함한 특성**을 다루기 때문에 CAM의 기본개념과 메커니즘을 설명하는데 혁신적인 도구임
 - 특히, **전사체학(transcriptomics)**은 세포상태를 체계적으로 감지하고 실시간 발현상태와 분해정도를 종합적으로 반영할 수 있어 질병연구에 중요
- '20년, eCAM에서 **CAM과 오믹스 기술과의 융합에 대한 주제**로 논문을 공고, 이에 대한 가이드라인으로 다음과 같은 연구주제 제시
 - 오믹스 기술 관점에서 전통적이고 혁신적인 CAM 치료방법 조사·분석
 - 오믹스 기술을 통해 허혈증 등 CAM 이론 시스템 기본개념 해석
 - 병리학적 변화와 오믹스 변화 간 상관관계
 - 약재, 단량체(monomers), 처방, 특히 신약, 기타 CAM 치료요법을 포함한 오믹스 관점에서 본 CAM 치료적 메커니즘 개발
 - 오믹스 기술을 통한 CAM 관련 생물학적·병리학적 과정에 대한 이해
 - 오믹스 기술을 통한 CAM의 객관적인 바이오마커 탐지 및 식별

□ 뇌졸중·재활 분야에서 다양한 최신킨술을 접목한 융합연구 잠재력 보유

- **(VR) VR와 재활훈련이 결합**하여 뇌졸중 환자가 가상 환경에서 신경재활을 받을 수 있는 새로운 방법 제공
- **(Robot Training) 임상과의 공학자간 협력**을 통해 최근 **재활로봇**에 대한 새로운 기술개발 활발
- **(mHealth)** 편마비가 있는 뇌졸중 환자의 재활서비스를 제공하기 위한 모바일 헬스 기술개발 시도
 - 뇌졸중 재발위험을 평가하기 위해 **빅데이터를 기반으로 뇌졸중 재발 예측모델**을 개발하여 83% 예측 정확도를 보였고, 재발에 영향을 미치는 요인으로 연령, 고혈압, 중성지방, 관상동맥 심장질환, 고혈압 가족력, 체지방지수, 총 콜레스테롤, 호모시스테인, 고밀도지단백 도출(Chen and Song, '19)
 - 빅데이터를 활용하여 **“인터넷 + 장애인 지역사회 재활”이라는 모델을 기반으로 뇌졸중 플랫폼을 구축**하여 뇌졸중 환자의 재활의 표준화된 모델과 재활에 대한 **정보공유 플랫폼**도 함께 제공(Liang et al, '20)
- **(BCI) EEG(뇌파)를 활용한 BCI 기술**은 뇌졸중 환자의 수면과 우울증 리스크 치료에 있어서

새로운 가능성 제공

- (NIBS) 비침습적 두뇌자극 기술(NIBS)인 경두개 직류전기자극(tDCS)과 반복 경두부 자기자극(rTMS)는 뇌졸중 이후 편마비 환자 재활에 운동훈련과 함께 사용
- (기타) 이외에도 뇌영상과 빅데이터가 결합한 연구들이 뇌졸중 환자회복 예측모델 개발을 위해 이루어지고 있음

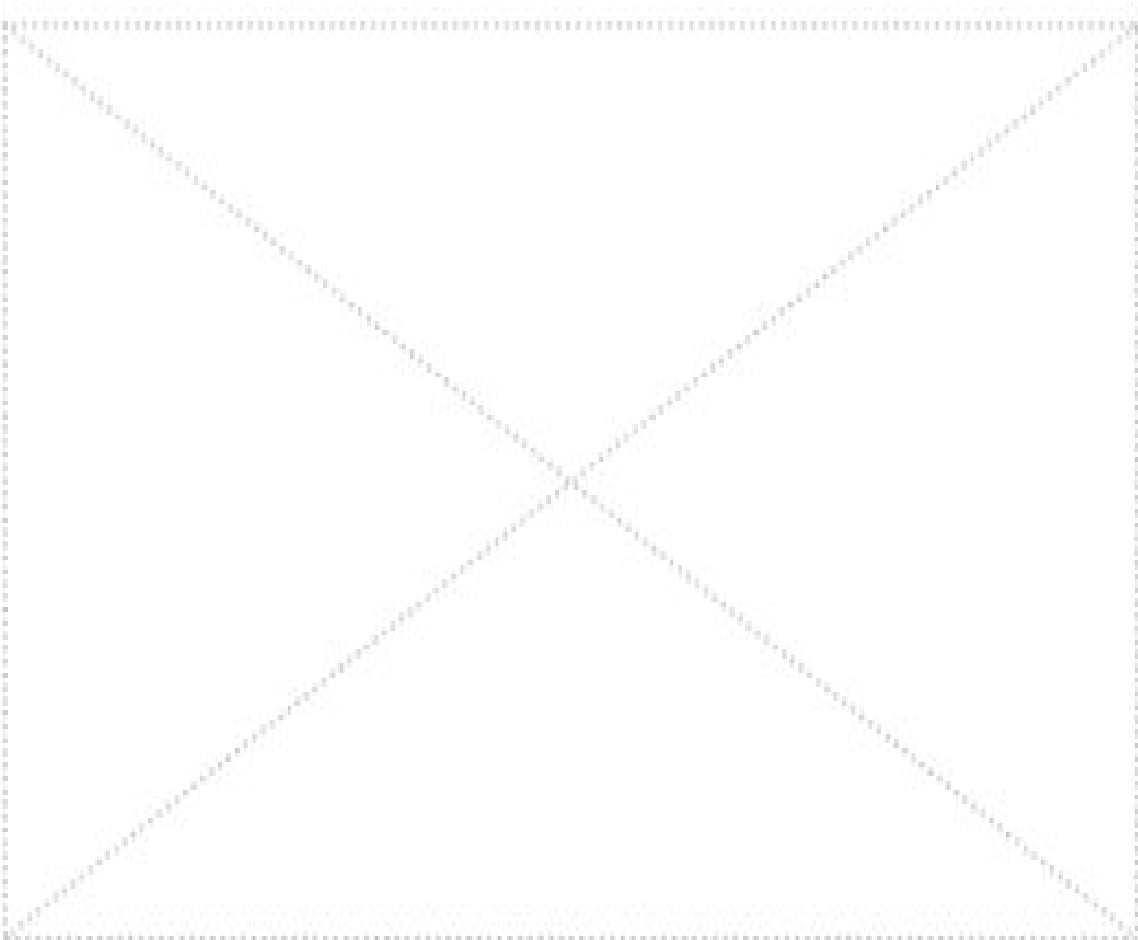
IV. 사업 방향 및 비전체계

□ 개념 정립

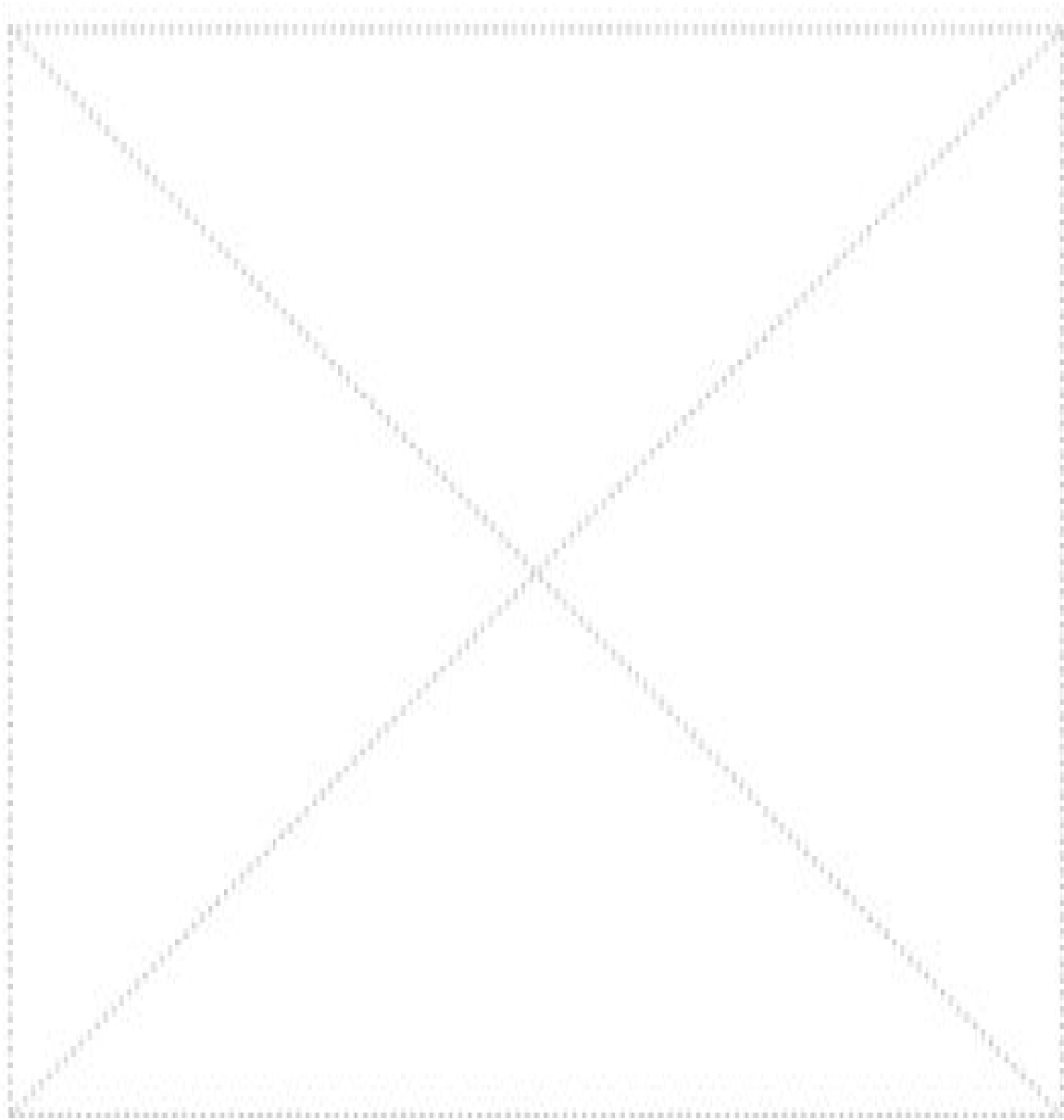
- 한의기반 미래융합의학 → 미래융합한의학으로 용어 변경 (기획위 논의결과)

보건의료 및 사회적 현안을 해결하기 위해 한의학과 다양한 기술·산업·학문 간 융합으로 창출되는 미래 기초·원천기술 및 지식

□ 사회적 문제해결을 위한 추진방향 설정

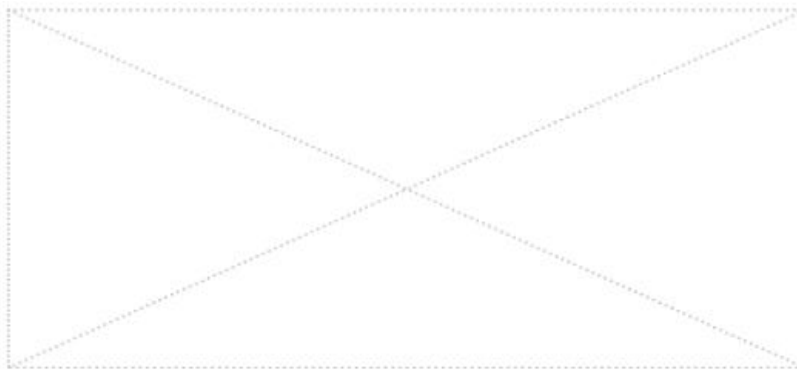


□ 비전체계 및 추진전략



<참조 : 美 NCCIH(국립보완통합의학원), 전인적 건강(Whole Person Health) 개요>

- 미국 NCCIH도 전인적 건강 관점으로 보완대체의학 R&D 전략을 수립하여 연구 중
- 전인적 건강(Whole Person Health)은 사람의 건강을 단순히 장기 혹은 신체시스템의 집합으로 보는 것이 아니라 **다양한 요인*이 상호연관되어 있는 것으로 보는 관점**
 - * 생물학적(Biological), 행동적(Behavioral), 사회적(Social), 환경적(Environmental) 영역이 상호 연관되어(interconnected) 특정 질환을 다루는 것이 아닌 심신(心身: Mind&Body)통합적 관점에서 사람의 건강을 연구
- 건강상태와 질병상태는 서로 별개의 분리된 상태가 아니라 **다양한 요인으로 인해 각각의 상태를 향해 나아가는 방향성***으로 간주 (NCCIH, 2021)



- * 생물학적 장애, 불균형 식사, 만성 스트레스, 수면장애, 사회 환경 등은 개인의 신체 시스템이 질병 상태로 나아가는 방향성을 만들며, 건강한 라이프스타일, 행동 치료 등은 다시 건강 상태로 되돌아가는 방향성을 생성
- 건강한 사람, 나아가 건강한 사회를 만들기 위해서는 신체적, 정신적, 사회적 건강을 포함한 전인적 건강의 관점에서 건강관리가 필요
 - 개인의 경제활동이나 소득수준에 따른 건강불평등이 심각한 사회적 문제로 대두
 - 단순히 질병 치료나 예방이 아닌 삶의 의미를 찾고 정신적 안정을 찾는 전인적 진단 및 해법을 통해 취약계층의 건강불평등 문제 해소하는 시스템 마련 필요

V. 사업 구조

<사업 구성(안) >

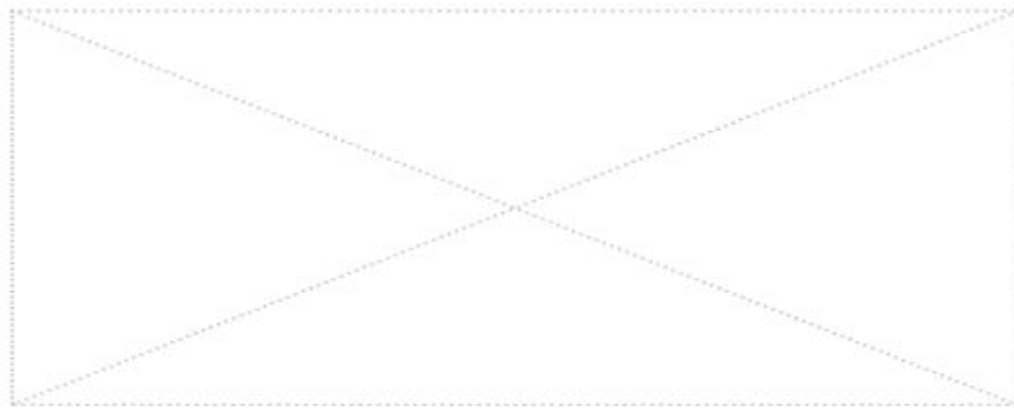
- (사업명) (가칭)미래융합한의학 기초·원천기술개발사업
 - (사업규모(안)) 미정
 - (사업기간) 2022년~2026년(5년, 지속 가능)
 - (사업범위) 기초연구, 원천기술, 중개연구(전임상)까지 연구개발 지원
- ※ 프로그램 구성(안) 은 부처 추후 검토 후 확정

① 융합연구

- 기존 기술·방법으로 해결하지 못한 문제에 대해 융합을 통해 해결이 가능한 연구
- ※ 한의학 자체 혹은 다른 기술만으로 해결이 안 되는 문제들을 해결하기 위한 융합연구
- 임상(의료현장) 및 산업까지 연계되어 성과가 창출되고, 타 분야와의 융합을 통해 시너지 효과를 기대할 수 있는 분야
- ※ 사회적 관심질환 극복 및 바이오의료 신산업 창출에 기여 가능한 융합연구
- ① 한의 디지털 헬스케어 서비스, ② 한의 융복합 첨단의료기기, ③ 한의바이오 융합의료 기술을 세부사업으로 구분하여 추진

② 기초·기반연구

- 한의학의 발전을 위한 토대 마련
 - 본격적인 융합연구 활성화를 위한 기반 구축
- ④ 기초기반연구 : 하나의 세부사업으로 추진하고, 하위구조로서 과학화, 표준화, 지능화로 구분하여 추진



※ 한의학 이론 자체에 대한 과학적 규명은 '기초·기반연구' 분야에서 수행하고, 사업화와 같은 목적이 명확한 기초 연구는 '융합연구' 분야에서 수행

- ※ 예시 1) 경혈경락체계의 실체 및 과학적 규명은 기초·기반연구 분야에서 다루고, 경혈 전기자극을 통한 전자약 치료효과
의 작용기전 규명 등은 융합연구 분야(1분과 또는 2분과)에서 다룸
- ※ 예시 2) 장부이론 및 군신자사의 이론 등의 과학적 해석은 기초·기반연구 분야에서 수행하고, 특정 한약소재 치료
효과의 작용기전 규명이나 의료기기 사업화를 위한 기초연구는 융합연구 분야(1분과 또는 2분과)에서 다룸

□ 세부사업별 주요 연구내용

- **(한의디지털 헬스케어 서비스 / 한의 융복합 첨단의료기기)** 개인의 몸과 마음 전체를 일상적으로 관리할 수 있는 서비스 및 기기 개발
 - 심신통합적 중재의 영향을 생물학적 또는 행동기반 프로세스를 모니터링하여 관리·진단·치료할 수 있는 기기 개발 등 포함

※ 연구범위는 주로 서비스 제공자와 사용자 상호작용의 질 및 효과를 모니터링하고 개선하는 방법 예상

* (별첨 3) 「세부사업별 연구사례」 참고
- **(한의 바이오 융합 의료기술)** 바이오기술 융합을 통한 관리·진단·치료법의 영향에 대한 기전연구, 치료 효능 및 결과 예측을 위한 바이오마커 연구, 치료 효과 최적화 모델 개발 등
 - 영양학적 중재 또는 신약개발에 대한 연구내용도 포함

* (별첨 3) 「세부사업별 연구사례」 참고
- **(기초·기반연구) 과학화, 표준화, 지능화**를 세부연구영역으로 구분하되, 기존 전략(안)* 반영

* (별첨 2) 과기부 「한의 기반 미래융합의학 육성 전략(안), '19.6」 참고

VI. 실무위원회 주요 회의 안건

□ 사업기획의 구체화를 위한 주요 안건(1,2,3차 통합)

- 세부사업의 연구내용 범위 및 구조 설정
- 연구개발의 추진목적
- 국내외 관련 분야의 기술·정책 동향
- 유사과제 또는 타부처 연구개발사업 추진 현황
 - 사업추진시, 기존 과제 또는 사업과 차별화해야 하는 부분 논의
- 기술적 난이도
 - 사업이 추진된다면 3년 또는 5년 안으로 연구결과가 어디까지 도출 가능할지 검토
- 중점분야별 연구개발 주요 내용
 - 연구개발 내용 및 중점분야별 기술내용이 소요되는 연구기간, 예산 등 검토
- 관련 분야를 주도하고 있는 국내외 연구자 또는 연구기관 현황
- 기대효과

* (별첨 4) 「세부사업별 최종결과물 목차(안)」 참고(24페이지)

□ 1분과 : 1차 실무위원회 주요 안건

○ 연구내용의 범위 설정

- 특정 중재방법 채택시 건강개선 상태를 추적하거나 치료전 질환상태 진단, 치료시 처방에 필요한 서비스 개발 및 기기 개발을 다룰 것으로 예상되므로 다음과 같은 내용도 논의 예상

- ① 융합분야 : 융합가능한 연구분야와 기대효과에 대해 폭넓게 논의, 서비스와 기기 구분 고려
- ② 범위구체화 : 건강관리, 진단/치료, 사후관리 등 단계별 연구내용 가능한 안배
- ③ 측정 대상 : 수면상태, 통증, (명상, 요가 등을 할 때)호흡 등 모니터링할(측정, 추적할) 생물학적 대상 또는 특정 질환의 진단 및 치료에 필요한 정보(생체신호 등 포함) 등 논의
- ④ 중재방법 : 건강관리 해결방안으로 어떤 중재요소(interventions)를 고려해야 하는지 대략적으로 논의(예: 식치, 명상, 요가 등)
- ⑤ 연구개발 주요 내용 : 예를 들어, 심신통합적 중재 방법에서는 심리상태와 뇌의 반응을 다룬 비약물적 중재방법 논의 예상. 따라서 심신통합적 중재의 영향에 대해 생물학적 또는 행동기반 프로세스를 모니터링할 수 있는 시스템·의료기기 개발 논의 가능

※ 예시 : 경혈, 한의기반 전자약, 최소침습 침 치료기기, 오믹스 기반 질환예측 모델 개발 등도 고려 가능

- ⑥ 영향 연구 등 : 위의 논의 내용 중 건강개선 영향 연구에 대한 논의

○ 중점분야 구조 설정 (세부사업별 구조 논의)

○ 세부사업의 추진목적

- 헬스케어 서비스 및 시스템·기기별로 전체 연구기획의 추진방향을 근거로 각각의 지향점 논의

○ 용어 검토 등 기타 논의사항

□ 2분과 : 1차 실무위원회 주요 안건

○ 연구내용의 범위 설정

- 기존 방법들을 어떻게 조합하여 연구아이템을 발굴할지 중요할 것으로 예상되므로, 연구 내용 범위 설정에 있어서 다음과 같은 사항 고려 가능

- ① 융합분야 : 융합가능한 연구분야와 기대효과에 대해 폭넓게 논의
- ② 연구대상 질환 (예: 노인성질환(치매, 만성질환 등) 및 관련 질환(암 등), 감염병, 통증관리 등)
- ③ 연구대상 계층 : 예를 들어 노년기, 아동, 청소년 등 기존 연구에서는 많이 다루지 않았던 취약계층 중심의 논의 가능
- ④ 연구개발 주요 내용 : 위의 항목들을 포함한 연구개발에 대한 구성요소 등 전체 아웃라인 논의

○ 중점분야 구조 설정 (세부사업별 구조 논의)

○ 세부사업의 추진목적

- 전체 연구기획의 추진방향을 근거로 각각의 지향점 논의

○ 용어 검토 등 기타 논의사항

□ 3분과 : 1차 실무위원회 주요 안건

○ 연구내용의 범위 설정

- 기존 「한의기반 미래융합의학 육성전략(안)」의 세부분야인 과학화, 표준화, 지능화별로 지금까지 추진해온 연구 중 미흡한 내용 검토
- 심신통합적 방법(다중시스템, 다중요소 중재 등) 채택, 타분야와의 융합 등을 통해 미래 융합한의학에서 다뤄야 하는 연구 중에서 기존연구, 새로운 연구방법론 개발이 요구되는 연구내용 검토

○ 세부사업의 추진목적

- 전체 연구기획의 추진방향을 근거로 각각의 지향점 논의

○ 용어 검토 등 기타 논의사항

별첨 1

세부사업별 연구사례

□ (1분과) 한의 디지털 헬스케어 서비스 / 한의 융복합 첨단 의료기기

- 디지털 치료, 전자약, 인공지능 등 신개념 접목 한의 디지털 헬스케어 원천기술 개발
- 호흡·명상 기반 디지털 헬스케어 기술, 노화 정신신경계 디지털 치료기술 개발
- 경혈자극 전자약
- 모바일 및 웨어러블 한의 융합 생체신호 측정 시스템·기기 개발
- 한의 인공지능 진단·예측
- 개인맞춤형 디지털 예방 및 건강관리 모델(라이프로그 등 활용)

□ (2분과) 한의 바이오 융합의료기술

- 장내 미생물-면역-대사 조절을 통한 바이오융합치료기술 개발
- 멀티오믹스를 활용하여 다중지표·다중타겟을 특징으로 하는 한의학과 융합치료 기술 개발
- 뇌과학과 한의학 융합을 통한 비약물 생체조절기술(뇌과학 + 침치료) 개발

※ (예시 1) 한의 치료기술(EFT, 이침)의 신경자극을 통한 정서질환 치료기술 개발

※ (예시 2) 통증·정서 장애에 특화된 웨어러블 치료기기 개발

- 오믹스 기반 건강예측 및 관리기술 개발
- 알러지 등 면역과민반응 질환 대응 다중표적 예방·치료제 개발
- 변증기반 통합 암 진단·치료의 전인적, 시스템적 접근
- 한의소재 기반 면역관문차단제 개발
- 신변종 감염병 치료기술 개발
- 융복합 연구를 통한 정신신경계 질환 치료기술 개발

☐ 추진 배경 및 필요성

- (배경)
- (필요성)

☐ 목적 및 범위

- (목적)
- (사업범위)

※ 기술개발의 현주소도 함께 논의

- 해당 기술개발의 현재 기술수준이 대략 어느 정도이며, 어디까지 가능한지 설명 필요

○ (추진전략)

※ 추진전략 예시

- 연구결과의 활용성 제고를 고려한 000 질환 대상
- 참여기관을 OO 중심으로 제한함으로써 양질의 데이터 확보 보장
- 데이터 annotation pipeline 구축 등을 통한 데이터 관리 및 접근성 제고
- 현장적용이 가능하도록 현장 니즈 기반의 솔루션 개발

☐ 사업구조 및 예산규모 : 중점분야별 연구개발 개요 작성

- (중점분야 1) 000 기술 개발
- (중점분야 2) 000 기술 개발
- (중점분야 3) 000 기술 개발

(억원)							
중점분야	과제수	'22	'23	'24	'25	'26	합계
합 계							

□ 기존 사업과의 차별성 및 연계방안

○ 기존 사업(또는 대표과제)과의 차별성

※ 동 연구개발 내용과 유사한 사업이 있다면, 동 사업과의 차별화 전략 논의

-

○ 기존 사업과의 연계방안

※ 연계방안 예시

- 한의학연구원이 구축하고 있는 데이터셋을 샘플로 활용

□ 사업 추진체계 및 성과관리방안

○ 추진체계

※ 추진체계 예시

- 과기부 총괄, 총괄주관기관(사업총괄) 1개 기관, 주관기관(병리데이터 확보 가능한 한방종합 병원), 참여기관(AI/SW 개발 등 해당 기술내용을 수행할 수 있는 연구역량을 보유한 한의학 이외의 타분야 기관)

○ 성과관리방안 : 대표성과의 원활한 도출을 위해 필요한 지원, 선제적 해결해야 하는 문제 등 논의를 거쳐 해결방안 도출

- 중점분야 1
- 중점분야 2
- 중점분야 3

○ 성과목표 : 각 세부사업별 구체적인 성과목표 작성(가능한 정량적으로)

※ 성과목표 예시

- 중점분야 1 ex) 확보된 데이터의 100% 디지털화
- 중점분야 2 ex) SW별 성능판정 최소 90% 이상 확보
- 중점분야 3 ex) 플랫폼 WSI 관리 및 이용 고숙화를 위한 DB 기술의 SW library

* WSI : Web Services Integration

- 공통 : ex) 미래융합한의학 전문인력 OO 명 배출

세부사업	중점분야	연구개발과제	
1 한의 디지털 헬스케어 서비스	1-1	1-1-1	
		1-1-2	
		1-1-3	
		1-1-4	
	1-2	1-2-1	
		1-2-2	
		1-2-3	
		1-2-4	
2 한의 융복합 첨단의료기기	2-1	2-1-1	
		2-1-2	
		2-1-3	
	2-2	2-2-1	
		2-2-2	
		2-2-3	
		2-2-4	
3 한의바이오 융합의료 기술	3-1	3-1-1	
		3-1-2	
	3-2	3-2-1	
		3-2-2	
	3-3	3-3-1	
		3-3-2	
4 기초기반연구	4-1 과학화	4-1-1	
		4-1-2	
	4-2 표준화	4-2-1	
		4-2-2	
	4-3 지능화	4-3-1	
		4-3-2	

3. 실무위원회 1차 회의결과

[1분과] 회의 주요 내용

□ 사업구조에 대한 이해

- 사업은 크게 ①융합연구와 ②기초·기반연구로 구분되며, 이중 융합연구는 서비스/의료기기(IT 기술융합 중심), 한의바이오 융합의료기술(바이오융합을 중심으로 한 진단/치료/관리기술)로 구성됨
- 기초·기반연구는 '19년 수립한 발전전략을 토대로 융합연구에 필요한 기초기반연구까지 포함된 것으로, 세부 중점분야인 과학화, 표준화, 지능화는 그대로 유지(즉, 내용은 융합연구에 필요한 기초기반연구로 확대되었으나, 세부구조 프레임은 그대로 유지)

□ 연구개발형태 : 요소기술 중심

- 동 사업이 추진하게 될 R&D 형태는 요소기술개발이 중심이 될 것으로 예상되며, 이는 과기부의 정책기조와도 일치함
- 아직 동 분과에 필요한 요소기술이 부족한 상황이기 때문에 관련 수요가 많을 것으로 예상되며, 기업측의 전문가분들도 함께 참여하여 현장의 수요에 대한 의견을 들을 필요가 있음

□ 예상되는 사업(분과)규모

- 연 100억원을 최대 규모로 상정하여 기획하되, 과기부와 추후 조정 예정

□ 연구범위 설정

- 사회문제 해결에 필요한 기술, 개발 가능성 고려
 - 예를 들어, 암전이 막거나 암세포 줄이는 등의 도전적 기술은 아직은 무리
 - 반면, 만성질환 문제를 해결하는 접근방법은 가능할 것으로 예상되고, 이 분야에서 고비용 의료서비스의 효율화 문제(약물처방 문제 등)를 해결할 수 있는 기술개발 필요
- 사업규모에 부합하게 만성질환 예방을 부각시켜 생애주기별 예방에 대한 시나리오를 도출할 수 있는 연구내용 고려 가능
 - 예방에서는 고혈압 예방→심정지 등 더 큰 질환으로 가지 않도록 초기질병 단계나 질병을 유지하는 것으로 건강관리의 모니터링과 차별화 필요
- 기기를 기반으로 한 성과를 통해 서비스 개발, 다만, 헬스케어 서비스가 여전히 모호
- 연구대상은 (일반인 보다) 고위험군을 포함한 질환 유지 또는 초기질병 환자 고려 필요
- 중재방법을 어떻게 할지에 대해서도 고려 가능
 - 예를 들어, 중점자극기술 + 생활속 건강관리 중재방법(명상, 요가, 호흡기 등)으로 효과가 확실하게 있는 예방기술은 하면 할수록 효과가 있으므로 컨디션 등을 고려해 메뉴를 펼쳐두고 선택하는 기술내용도 고려 가능

[2분과] 회의 주요 내용

□ 연구범위 설정 시 고려사항

- 타겟 시장 : 바이오 시장 전체(한의학 시장에 국한하지 않음)
- 사업규모 : 연 100억 이내로 기초기반과 융합연구 분야를 별도 또는 같이 진행될 수 있음. 추후 과기부와 지속 논의 예정(미정)
- 타겟 질환 : 국가가 필요로 하는 질환(사회문제 해결에 필요한 질환으로도 고려 가능) 또는 한의학이 잘하는 분야
 - 타겟질환을 정할 경우, 치료목적을 우선 고려 필요
- 연구개발 단계: 비임상과 임상 한정 불필요, 동시 진행할 수 있는 방안도 필요
- 수요 : 최종결과물 형태를 고려한다면 예방측면에서는 건강기능식품개발, 특정질환에 대해서는 천연물신약개발 수요가 있을 수 있고, 기술활용 측면에서는 한의사가 활용할 것인지, 의사가 활용할 것인지, 협진에서 활용할 것인지 정의 필요

< 2분과 연구결과 수요 예상 범위(end-user) >

최종 결과물 형태 (영양학/신약)	건강기능식품 개발		천연물 신약개발
기술활용처 (치료기술)	한 의사	의사	협진

- 연구 세부내용 : 새로운 치료법 개발인지, 융합했더니 이런 해석이 가능한지 기준 설정 필요
 - ※ 2분과에서는 특정 질환을 타겟으로 하거나 특정 목적을 위해 진행되는 연구개발에서 필요에 따라 영향에 대한 기전규명도 필요하므로 이 경우에는 과학적 해석이 필요한 기전규명 등의 기초연구도 포함 가능
 - ※ 반면, 기초기반연구에서는 한의이론 전체 차원에서 설명을 위한 기초연구, 새로운 연구방법론 등에서 기초연구를 대상으로 함(기초기반연구에서는 대상질환이나 개발목적이 뚜렷하지 않은 기초연구를 주로 다룸)
- 연구개발 추진 방향 : 다음의 두가지 방향 고려 가능(이두석)
 - ① 기존 기술의 고도화 : 기존 한의학적 방법에 타분야 기술을 적용하여 치료율 제고(한의학 ← 바이오기술 등으로 접목)
 - ② 새로운 치료법 개발 : 현대의학으로 잘 치료가 안되는 분야, 예를 들어 난치성 질환에서 한의학기술을 서브로 융합해서 새로운 치료법을 개발하는 관점 (한의학기술 → 현대의학으로 접목)
- 연구개발 내용 범위 : 진단, 치료, 예후관리 측면에서 다루고(예방과 건강관리 측면의 관리는 제외), 약물을 포함한 침 등의 비약물적 치료방법, 바이오마커 개발, 오믹스 관련 모니터링 개발 등 모두 가능

□ 차기 회의 논의 사항

- 범위를 좁힐 수 있도록 후보 기술과제를 5개 정도 제출 요청
- 수요가 있거나 기존 현대의학에서 어려움을 겪고 있는 부분 등도 꼭 한의학이 필요하다는 관점이 아니더라도 아이디어 차원에서 의견 제시 요망

[3분과] 회의 주요 내용

□ 사업구조 이해

- “기초기반 연구”와 “융합연구”를 구분하는 기준
- 융합연구 : 응용개발 중심, 원천기술개발 중심이며, 이에 필요한 기초연구 수행 가능
- 기초기반연구 : 기존 전략을 확대한 것으로 순수 기초연구에 가까움
- 전반적으로 한의학 발전 측면에서 기초기반연구에서 필요한 부분에 초점을 두고 설정하되, 융합연구에서 추진되어야 할 사항은 추후 조정 예정
- 한의학이 경험의학이기 때문에 bottom-up, top-down 모두 가능, 기초기반연구와 융합연구 동시 진행 가능

□ 3분과의 주요 기획방향(목적)

- 과학화, 표준화, 지능화별로 진행된 국내 기술적 현황을 고려하여 부족한 부분을 채워나갈 수 있는 연구방향
- 과학화 분야는 기존 연구와 차별성을 어떻게 두어야 하는지 고려 필요(기존 연구와의 중복 가능성 내재)
- 한의학계 외 사람들을 설득하기 위한 기반 도출에 초점
- 유의미한 연구결과가 도출되기 위해서는 임상연구를 포함해야 하나, 다만 임상연구는 복지부 영역과 겹치니 용어만 자제하는 수준에서 제안 필요
- 지능화 분야는 데이터와 관련하여 다양한 내용이 포함될 수 있으나, 다만 과기부 생명자원과의 사업과 차별화 필요

□ 과학화 - 표준화 - 지능화의 분류 적절성 검토

- 과학화와 표준화가 구분되어 있는데 상호간 유기적으로 연계되어 추진되어야 할 연구내용이 많음

□ 과학화/표준화/지능화의 중점분야별 연구범위 설정 고려사항

- 과학화 분야 : 임상의 변증을 타겟으로 연구 진행
- 인체시스템(생물학적 시스템)과의 연계성 관련 연구에 포커싱이 필요하고, 과학적 연구방법론에 대한 새로운 연구방법론도 함께 개발 필요

- 우려되는 것은 기존 연구가 계속 반복될 수 있으므로 한계를 명확히 하고 지금 무엇을 해야 할지 고려 필요
- 한의학 원론뿐 아니라 임상현상을 설명하는 범위까지 확대 필요
- 병리와 진단에 한정하지 않고, 생리도 포함하여 확대 가능 (예: 오믹스를 활용한 생리 관련 연구)
- 임상의 변증을 타겟으로 연구가 진행 필요. 다만, 기존 연구시도와 한계를 검토하고 그를 보완하고 발전시킬 수 있는 연구방향 필요(한의학이론 규명은 소모적이고 연구성과를 도출하는데 한계가 있음)
- ex) 다양한 동물모델에서 어혈량을 썼을 때 다른 점을 알 수 있는 연구 필요

<변증연구 실패 요인 및 애로사항>

- 정의에 함몰되면 동물모델 디자인 실패 가능
- 증상들이 도드라지는 환자군이 많지 않아 임상적 접근 어려움
- 반면, 전임상으로 접근하면 임상과 동떨어지기 쉬움

○ 표준화 분야

- 누락되어 있는 진단, 한약, 경락/경혈침구 부분 포함 필요
- 한의학연구가 진행한 부분과 어떻게 연계가 되는지 고려 필요
- 생리, 병리, 본초, 경락 등의 개념에 대해서도 데이터 확보가 가능하므로 포함 필요

○ 지능화 분야

- 기존 전략에서는 주요 내용으로 양의학, 생명과학 분야의 데이터 통합과 공유문제, 데이터 활용을 위한 제도적 문제(개인정보활용 문제 등)에 대한 제언 등 포함
- 복지부 등의 타사업과 중복되는 부분을 어떻게 연계할지 그리고 차별화할지 고민 필요하며, 동 사업에서는 양의학, 생명과학 분야의 데이터 통합 및 공유는 현재로서는 복지부 사업과는 차별화됨
- 기초과학 분야에서도 정보화 비중이 커지고 있음. 데이터 공유 등을 위한 높은 수준의 연구 필요.
→ 기초과학 빅데이터 플랫폼
- 최근 신경정보학 분야 등에서도 데이터 공유 등을 목적으로 기초과학 분야에서도 정보화 강조 추세
- 추진과제로 지능화 중요성에 비해“빅데이터 구축/활용”만 설정되어 있는 것은 다소 미흡. 의료정보와 오믹스 빅데이터, 한의학기반(처방연구, 한약재 등) 빅데이터로 구분하는 것도 대안

<지능화 분야의 추진과제 재설정 가능(예시)>

기존 전략(안)		현재(안)
빅데이터 구축/활용	→	의료정보 빅데이터 구축 및 활용
		오믹스 빅데이터 구축 및 활용
		한의학 기반
		빅데이터 구축 및 활용

※ 기존 전략 수립시 과학화, 표준화를 통해 나온 이론들을 한의계에 일반화시키고 표준화시킬 지식협의회 구성도 논의된 바도 있음

- 가능 연구로 한약재 신뢰도 제고를 위해 바이오핑거프린팅, 오믹스 등을 활용해 한약재 효능을 설명하고 그에 따른 데이터를 확보할 수 있음(대국민 대상 지식보급 등으로 활용 가능)

4. 실무위원회 2차 회의결과

[1분과] 회의 주요 내용

□ 기업측의 의견

- 수가와 연동될 수 있는 기기 개발이 시장선점에서 경쟁력이 높은 기기개발이 될 것임
- 양방의 디지털헬스케어를 모방하기보다 한의학의 아이덴티티를 살린 의료기기 개발 필요
- 한약의 장점이 해가 없고 자극강도가 약하는 점이나 단기간 내 치료효과를 보기 어렵기 때문에, 이를 관리/보조하는 프로그램 등의 기술개발방향 필요
 - 이러한 관점에서 기존 과기부와 산업부의 사업과 중복성 문제 해결
- 퇴행성 질환의 경우 재활운동 관련 의료기기 수요가 많으나, 침 외에 만족할 만한 임팩트를 얻기 어려우므로 홈트레이닝(정형외과 관련 프로토콜 등), 체중관리 등의 아이디어 접목 필요
- 예방의 경우, 연구성과를 단기간에 입증하기 어렵고, 치료 후 사후관리가 더 용이할 것으로 판단
 - 예를 들어, 치매 예방을 입증하는 것보다 치매환자의 사후 호전상황 입증이 더욱 용이
- 모니터링에 대해서는 한의학의 식치 개념의 식이요법을 가이드하는 방법, 처방약 복용 모니터링 등도 가능

□ 기술개발의 추진방향(대전제)

- 한의학의 장점을 살리고 단점을 보완하는 방향으로 개발방향 제시

- 양방에 비해 인체에 해가 적으나 효과를 단기간에 제시하기 어려움
- 양방에서 잡아내지 못하는 가벼운 단계(미병 등)에 대해 진단 가능

- 주요 키워드
 - 디지털 혁신, 비만케어, 수면장애, 우울증, 불안치료, 퇴행성질환(치매) 등

□ 연구범위 논의

- 대상 타겟으로 생애주기는 광범위하여 타겟의 범위 구체화 필요
 - 생애주기라는 키워드는 좋으나, 포괄적인 개념이므로 좀더 구체적인 타겟 설정 필요
 - 만성질환, 장년층 이상 상품화 관점에서 보면 제품이 나왔을 때 잘 활용될 수 있는 분야로 좁혀 가는 것도 하나의 방법임(청년층은 수용성이 떨어질 수 있음)
- 대상 타겟은 연구성과 도출이 뚜렷한 만성질환, 대사질환, 정신건강질환, 근골격계질환, 퇴행성 질환 중심으로, 노년층 중심으로 설정 적절

- 한의학의 경우, 대사질환과 관련된 비만 관리에 대한 시장이 클 것으로 판단되며, 그 외에도 정형외과적인 질환, 정신건강질환도 포함 가능
- 최근 시니어를 대상으로 근육량을 유지시키기 위한 근감소증 예방을 위한 접근방법이 활발하고, 연구결과와 임팩트 또한 뚜렷
- 다만, 장년층의 경우 스트레스 등으로 악화되는 질환(신경계질환)을 타겟으로 한의학의 비교우위를 찾는다면 단기간에 성과 도출 가능

○ 사업화 모델을 개발하고 인허가, 사업화 전략까지 연구범위로 포함하는 것이 적절

* 총 5년의 연구기간 중 임상연구는 2-3년 이내 종료하고 이후 사업모델 도출

○ TRL 6-7단계 이상의 성과를 도출하는 트랙 설정 필요

- 임상효능과 의료기기 승인만으로도 상당한 연구비와 연구기간이 필요하므로, 기존에 개발된 기기들을 대상으로 한방의료기술화가 가능한 임상연구 중심의 식약처 승인을 받는 내용이 들어가는 것도 하나의 방법임

□ 사업구조 논의

○ 서비스와 의료기기, 건강관리와 진단/치료의 두축을 기준으로 다음과 같이 사업구조 설정

	서비스 (Services)	의료기기 (Devices)
건강관리(사후관리??) (Health Management/Post therapeutic management??)	S-1형	D-1형
진단/치료 (Diagnosis/Treatment)	S-2형	D-2형

○ 서비스와 의료기기의 구분 : 서비스의 범위

- 서비스 제공을 위해 구축되는 플랫폼 개발은 서비스에 해당하고, 그에 필요한 기기 개발까지 서비스에 포함
- 실시간으로 데이터를 수집하는 기능도 포함하고, 이를 활용한 건강예측모델까지 포함
- 현재 대부분의 기기들이 디지털화가 되어 어플리케이션과 연동한 기능들을 통해 서비스를 동시에 제공하고 있는 추세

○ 치료단계뿐만 아니라, 진단 단계에서 양방의 검사로는 볼 수 없는 것을 대상으로 진단 플랫폼, 진단 기기, 모니터링 시스템 등의 개발도 고려 가능

○ 예방에 대한 연구는 치료후 예후관리에 초점

- 예방에 대한 연구는 대부분 임상적 입증이 어렵고, 활용도 측면에서도 어느정도 중증의 질환을 갖고 있는 환자들이 디지털 헬스케어 서비스의 활용도가 높음

- 이러한 점을 감안한 타겟이 필요한데, 암치료후의 중증질환건강관리 서비스가 대표적임(이는 이하의 순응도가 높기 때문)

- 개발되는 서비스와 기기의 활용성(순응도)을 지속적으로 높이기 위한 개발내용도 중요
- 타겟질환을 선정할 때 연구결과의 활용성을 고려하여 시장수요가 어느 정도 있는지 고려 중요

□ 사업의 기대효과

- (동 기술개발을 통해 양방치료를 통해 효과를 보지 못한 질환문제를 해결함으로써) 한방이용에 대한 접근 문턱을 낮추고, 상대적으로 저렴한 비용으로 대응함으로써 의료비에 대한 국민재정부담 문제해결에도 기여

□ 제안한 과제에 대한 논의

- (위원 A) 디지털 질병케어 기술, 한방기공 기반 퇴행성 질환 재활 티지털 치료기술 중요
 - 사상체질, 경혈자극 등 한의학 특화 기술을 토대로 처방까지 확대 필요
 - 메타버스 기술을 활용한 부분도 중요(디지털 질병케어 기술)
- (위원 B) 양방에서 포착하기 어려운 기능적 이상을 잡아내고 해결하기 위해 비약물치료가 장점이므로, 이러한 기능적인 문제를 찾기 위해 경락, 경혈을 모니터링하는 기술 제안
 - 경혈과 관련한 생체전기 연구는 원천기술개발 측면에서 꾸준히 연구되어야 할 주제
 - 측정당시의 상태(대상자가 물을 먹었거나 또는 계절적 요소 등)를 고려한 표준화 작업도 함께 고려 필요
- (위원 C) 위원 A의 제안내용과 중복되며, 다만 수가와 연동하여 상품화 가능한 기술개발이 적절
- (위원 F) 개념적인 내용을 제안하였으나, 임상적 효과로 중재 전후, 통계적인 효과 검증, 근거(evidence)를 만들어내는 과제 필요
 - 이미 체중, 혈압, 혈당 등을 측정하는 요소기술을 보유하고 있는 업체들이 많기 때문에, 이러한 기술들을 활용한다면 연구결과 도출에 가능
 - 예를 들어, 스마트복약 관리 등은 대부분의 기업에서 원천기술 보유

[2분과] 회의 주요 내용

□ 사업구조 검토

- “치료기술”과 “소재/신약 개발”로 구분하는 것이 적절
 - 한의학기술이 현대의학에 적용하거나 타분야 기술을 한의학기술에 접목하는 기준으로 구분 어려움(A와 B, C와 D 구분 어려움)

융합방법	치료기술	소재/신약개발	기대효과
한의학 ← 타분야 기술 (기존 기술 고도화)	A	C	▶ 한의기술 고도화
한의학기술 → 현대의학 (새로운 치료법·소재·약물 개발)	B	D	▶ 현대의학 난제 해결 양한방 협진 기반 구축

- 3분과의 차별점에 있어서는 오믹스를 통해 치료 전후를 비교하거나 마이크로바이옴의 변화까지 포함하면 구분 가능
- 한의학적인 진단체계나 동물모델 개발“은 3분과 기전연구에서 진행이 적절
 - － 동물모델 개발 연구는 중의학에서 이미 많이 이루어졌으나 적용과 객관화의 어려움으로 표준화에 실패
 - － 또한, 중의학에서는 변증을 동물모델로 실현 불가능하다고 판단 내린 상태로, 바이오마커를 활용하는 것이 현실적임
 - － 만약 동 사업을 통해 진행하게 된다면 실용적 가치가 있을지 의문

□ (최종결과) 사업구조 및 연구범위 재구성

- (치료기술) 기존 한의치료의 효능을 발굴할 수 있는 지표 및 치료법 개발을 개발하되 특정 질환을 타겟으로 함
- 개발효율성을 높이기 위한 개발
 - － 유전자동의보감사업과는 특정 질환을 정의했는지 여부에 따라 차별화 가능
 - － 또한, 타 분야와 융합한 과제임을 부각하는 것도 차별화 방법 중 하나
- (소재/신약개발) 기존 천연물사업과의 차별성 이슈 제기 가능성

□ 제안과제 검토

- 한의치료의 뇌과학·멀티오믹스 기전 연구
 - － 정신질환, 신경계질환, 통증이 뇌과학과 연관성이 커 기전연구가 가능
- 스마트 한의진단 및 예후평가 기술 개발 연구
 - － 또한, 진단 분야에서 망진과 문진에 대한 연구가 부재하여 제안
- 난임 한의치료 효능 및 기전 연구
 - － 난임의 경우 한의학에 대한 수요가 많은 반면, 효과에 대한 기전연구 부족

- 나노 약물전달기술 이용한 스마트 한의약·천연물의약품 제형기술 개발
 - － 약물의 치료효과 극대화를 위한 약물전달체계 개발
 - 한약제제·천연물의약품 개발을 위한 생물-의공학 기술 플랫폼 구축
 - － 한약제제 기반의 천연물의약품 개발효과를 높이기 위한 방법 연구 제안
- (나머지 과제내용은 2분과 2차 실무위원회 회의자료 참고)

[3분과] 회의 주요 내용

□ 사업구조 : 중점분야를 과학화 지능화로 재구성

- 기존(안)의 경우 표준화와 지능화의 내용이 혼재되어 있어 재구성 필요
 - － 지능화는“지능화”에 대한 내용(즉, 데이터를 활용한 응용연구)은 1·2분과에서 수행하고, “지능화를 위한 플랫폼 구축(데이터 표준화와 공유)”이 더욱 적합
 - － “표준화” 중점분야를 없애는 대신 과학화에서 진단지표의 표준화 명시 필요
- 생리·병리 이론의 과학화에 포함
- 지능화의 명칭 변경 필요
 - － 대안으로 “정보화” 제안
 - － “플랫폼 구축”에 대한 내용이지는 하나, 용어자체가 타사업에서 많이 노출되어 반영 어려움

□ 과학화의 연구범위

- 한의 생·병리 이론의 과학화, 한의 치료기술의 과학화, 약재·방제 과학화의 3가지로 구분
- 한의 생·병리 이론 : 생/병리 이론뿐만 아니라, 진단요소의 과학적 규명, 표준화를 위한 진단지표 개발도 포함
 - － 진단지표 표준화에 대한 연구내용의 명확화 필요
- 한의치료기술의 과학화에서는 치료이론에 대한 현상의 과학화 포함
 - － 생물학적 상관물 연구는 치료이론에서 생물학적 상관관계를 해석하는 과학화 가능
 - － 현재 임상에서 효과가 있다고 보여지는 치료기술에 대한 과학화도 병행 필요
- “과학화”를 “한의이론의 현대과학적 해석 및 응용”으로 용어를 변경하거나 부연 설명으로 추가 필요

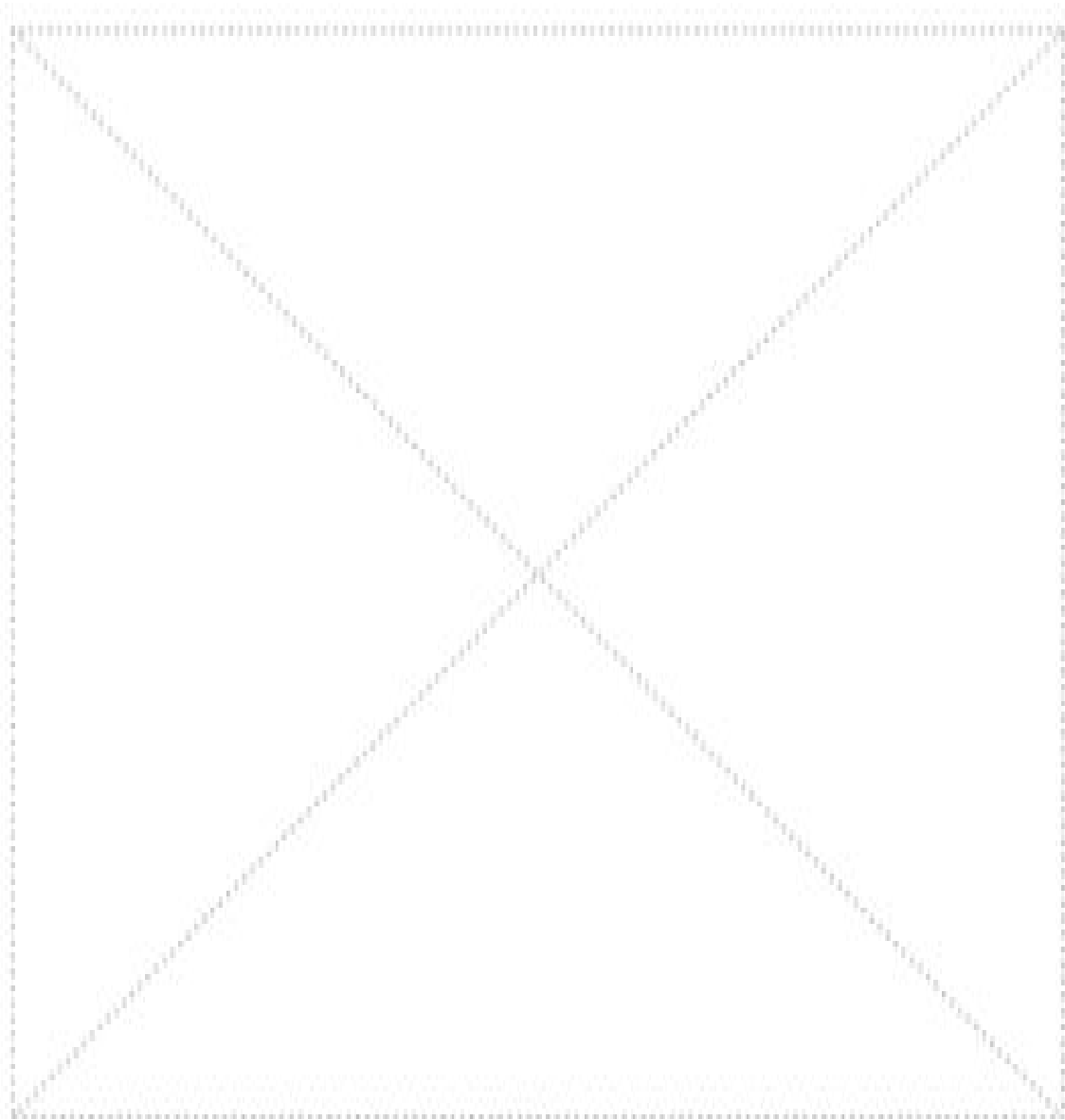
□ 지능화의 연구범위

- 지능화의 범위는 의료정보와 연구정보, 생체정보를 통합하는 것에 한정하고, 새로운 효능과 적용범위를 예측하는 기술개발은 1분과, 2분과로 이동
- ①공유목적의 데이터 표준화, ②구축된 데이터의 활용가능성을 검증하기 위한 아이디어 콘테스트 과제 포함
- 표준화의 범위에 있어서 복지부 사업과의 중복성 있으므로, 동 사업에서는 지표 표준화에 초점을 둔 연구에 한정
 - － 타진에 대한 표준화는 아직 없고, 사진을 이용한 데이터 수집, 한의사 처방, 아웃컴 등 이러한 결과들이 모두 축적되어야 가장 효과적인 치료방법 제시 가능
 - － 예를 들어, 습담에서 도담탕을 사용했을 때 표준화 없이 사용하고 있기 때문에 수집하더라도 무의미한 데이터가 될 가능성 큼(표준화 없이 데이터를 수집할 경우 소모적일 수 있음)
- 특히, 임상적으로 가치가 있거나 검증된 대상으로 연구 우선 수행
- 타사업과의 중복성 이슈 존재 : 한의학연의 AI 한의사 사업, 복지부 or 식약처 사업과의 중복성 문제 해결 필요
 - － 복지부 사업에서는 표준화를 위한 기초연구가 없기 때문에 이부분을 과학화 부분에 포함시켜 진행
 - － AI 한의사 사업의 경우 어떻게 중복성을 차별화할 것인지 검토 필요

5. 실무위원회 3차 회의 주요 안건

< 추진전략의 체계/틀(Frame) >

미래융합한의학이란,
보건의료 및 사회적 현안을 해결하기 위해 한의학과 다양한 기술·산업·학문간
융합으로 창출되는 미래 기초·원천기술 및 지식



[1분과] 세부안건

① 사업구조

○ (전략목표 1) 디지털헬스케어서비스·의료기기

- (전략체계 구성) 전략목표의 구성 적절성
- (전략체계 내용) 전략체계와 세부사업(과제)에 핵심방향※이 잘 반영되어 있는지?(기존 한의학 연구와 미래융합한의학 연구의 차별성이 존재하는지?)

※ 심신통합적 접근 및 다중요소 기반, 개인맞춤 및 예방, 융합기반 구축

- 전략목표-성과목표-세부분야 체계가 중복성 및 구분의 모호성은 없는지?



- 성과목표 1.1(디지털헬스케어 서비스)와 성과목표 1.2(한의융복합의료기기) 간 서로 연구내용 및 범위의 구분을 명확히 할 수 있는지?

※ 건강관리와 진단·치료 분야는 서비스부터 기기와 플랫폼까지 개발하는 경우가 많음

- 성과목표를 산출물(output) 기준(서비스 vs 기기)으로 구분하는 것이 좋을지, 보건의료 관리단계(?) 기준(예:건강관리·예방, 진단·치료)으로 나눈 것이 적절한지?

→ 다른 관점*에서도 사업구조(안) 논의 요청

* 예시) 식약처의 「미래 융복합 혁신 의료기기」 동향에서는 ①인공지능/빅데이터 기반 독립형 소프트웨어 의료기기, ②환자 맞춤형 재활의료기기, ③차세대 융복합 체외진단시스템으로 구분

[별첨 2] 의료서비스/기기 기술융합동향 중 2. 식약처의 미래융복합 혁신의료기기 분류 및 동향 참고

② 연구범위 구체화

○ 동 기획의 핵심방향을 반영한 연구범위 검토

- 동 기획에서 제시한 핵심방향인 ①심신통합적 접근 + 다중요소 기반, ②개인맞춤 및 예방, ③융합기반 구축을 고려한 연구범위 논의 필요
- 특히, 첫 번째 핵심방향인 심신통합적 접근(전인적 건강)과 다중요소 기반에 대한 개념은 동 사업의 성격을 규정짓는 데 중요하다고 판단되므로 적극적인 고려 필요

○ 또한, 기존 한의기기 개발과 차별화하고 동 사업의 「미래융합한의학」이라는 성격을 부각시킬 수 있도록 연구범위 검토

※ [별첨 3] 「한의디지털 헬스케어 및 한의융복합 첨단의료기기」 사업추진계획(초초안)의 연구범위 정리내용 참

③ 연구개발과제

- 기존 한의기기 개발과 차별성을 고려하여 다양한 첨단기술이 반영된 연구개발과제 제안 요청

[별첨 2] 의료서비스/기기 기술융합동향 참고

- 확정된 사업구조에 해당하는 연구개발과제가 고루 제안되었는지 검토

※ [별첨 1] 2. 분과별 후보 연구개발과제 리스트 참고

- 기술개발과제의 구체적인 내용 작성을 위한 역할 분담

※ 후보 연구개발과제 작성 양식은 별도 파일로 첨부

④ 기타 검토

- (용어 검토) 사업구조의 각 항목에 대한 네이밍

– 중점영역의 용어 검토, 좀더 미래융합한의학 색채가 드러나도록 네이밍 필요

→ 키워드 등 다양한 아이디어 제안 요청

※ 예시) “one-stop” 전인적 건강 플랫폼

[별첨 2] 의료서비스/기기 기술융합동향 중 1. Forbes의 디지털헬스케어 전망 참고

- (대응이슈 다양화) 포스트 코로나와 같이 계속해서 언급될 것으로 예상되는 사회적 환경변화에 대응 사업의 대응도 고민 필요

– 최근 다수의 국내외 미래전망분석, 정부사업에서 ‘포스트 코로나’ 화두 제시, 특히 보건의료 분야에서 두드러짐

[2분과] 세부안전

① 사업구조

○ (전략목표 2) 한의 바이오 융합의료기술

– (전략체계 구성) 전략목표의 구성은 적절한지?

– (전략체계 내용) 전략체계와 세부사업(과제)에 핵심방향*이 잘 반영되어 있는지?(기존 한의학 연구와 미래융합한의학 연구의 차별성이 존재하는지?)

※ 심신통합적 접근 및 다중요소 기반, 개인맞춤 및 예방, 융합기반 구축

– (성과목표 2.1) 기존치료의 효능 지표 발굴(및 치료법 개발)이라고 한다면, 기초기반연구의 과학화(성과목표 3.1 또는 3.2)에 해당되지 않는지?

– (성과목표 2.3) 한의소재/신약 개발 효율성을 제고하기 위한 기술(연구)은 기초기반연구의 과학화(성과목표 3.1 또는 3.2) 혹은 지능화에 해당되지 않는지?

※ [별첨 1] 미래융복합한의학 비전·전략체계 및 연구개발과제 리스트 참고

② 연구범위 구체화

○ 동 기획의 핵심방향을 반영한 연구범위 설정

- 기획의 핵심방향인 ①심신통합적 접근 + 다중요소 기반, ②개인맞춤 및 예방, ③융합기반 구축을 고려한 연구범위 논의 필요

※ [별첨 1] 미래융복합한의학 비전·전략체계 참고

- 특히, 첫 번째 핵심방향인 심신통합적 접근(전인적 건강)과 다중요소 기반에 대한 개념은 동 사업의 성격을 규정짓는 데 중요하다고 판단되므로 적극적인 검토 요청

○ 기존 한의학 R&D와 차별화하고 「미래융합한의학」이라는 성격을 부각시킬 수 있도록 연구범위 검토

- 2분과 사업내용이 그동안 계속해서 지원되었던 분야인 만큼 좀더 “첨단기술과의 융합”을 강조하는 것도 기존과 차별화 검토

※ [별첨 2] 바이오 미래유망기술 동향 참고

※ [별첨 3] 한의바이오 융합의료기술 사업추진계획(초초안)의 연구범위 정리내용 참고

③ 연구개발과제

○ 마찬가지로 기존 한의학 R&D와의 차별성을 고려하여 기획의 핵심방향 반영 및 다양한 첨단기술이 융합된 연구개발과제 제안 요청

※ [별첨 2] 바이오 미래유망기술 동향 참고

○ 확정된 사업구조에 해당하는 연구개발과제가 고루 제안되었는지 검토

※ [별첨 1] 2. 분과별 후보 연구개발과제 리스트 참고

○ 기술개발과제의 구체적인 내용 작성을 위한 역할 분담

※ 후보 연구개발과제 작성 양식은 별도 파일로 첨부

④ 기타 검토

○ (용어 검토) 사업구조의 각 항목에 대한 네이밍

- 중점영역의 용어 검토, 좀더 미래융합한의학 색채가 드러나도록 네이밍 필요

→ 키워드 등 다양한 아이디어 제안 요청

※ [별첨 2] 바이오 미래유망기술 동향 참고

○ (대응이슈 다양화) 포스트 코로나와 같이 계속해서 언급될 것으로 예상되는 사회적 환경변화에 대해 동 사업의 대응도 고민 필요

- 최근 다수의 국내외 미래전망분석, 정부사업에서 ‘포스트 코로나’ 화두 제시, 특히 보건 의료 분야에서 두드러짐

- 특히, 2분과에서는 타겟질환을 만성질환/대사질환을 주로 언급하고 있으나, 신종감염병

[3분과] 세부안전

① 사업구조

○ (전략목표 3) 과학화

- (전략체계 구성) 전략목표의 구성은 적절한지? (과학화, 지능화)
- (전략체계 내용) 전략체계와 세부사업(과제)에 **핵심방향***이 잘 반영되어 있는지?(기존 한의 학 연구와 미래융합한의학 연구의 **차별성**이 존재하는지?)
 - ※ **심신통합적 접근 및 다중요소 기반, 개인맞춤 및 예방, 융합기반 구축**
- (성과목표 2.1) 기존치료의 효능 지표 발굴(및 치료법 개발)이라고 한다면, 기초기반연구의 과학화(성과목표 3.1 또는 3.2)에 해당되지 않는지?
- (한약자원 표준화) 전략목표 4의 한약자원(정보) 플랫폼 구축을 위한 표준화는 성과목표 3.3 또는 4.1 중 어디에서 다루는 것이 좋을지?
 - ※ (예시) 한약제/한약자원 표준화에 있어 3.3과 4.1의 차이는?
 - ☞ 성과목표 3.3 한약제 또는 기존 처방 구성의 표준화/효과 등
 - ☞ 성과목표 4.1 한약제/자원/기원종 등에 대한 데이터의 표준

○ (전략목표 4) 지능화

- (전략체계 내용) 전략체계와 세부사업(과제)에 **핵심방향***이 잘 반영되어 있는지?(기존 한의 학 연구와 미래융합한의학 연구의 **차별성**이 존재하는지?)
 - ※ **심신통합적 접근 및 다중요소 기반, 개인맞춤 및 예방, 융합기반 구축**
- (한약자원 표준화) 전략목표 4의 한약자원(정보) 플랫폼 구축을 위한 표준화는 성과목표 3.3 또는 4.1 중 어디에서 다루는 것이 좋을지?
 - ※ (예시) 한약제/한약자원 표준화에 있어 3.3과 4.1의 차이는?
 - ☞ 성과목표 3.3 한약제 또는 기존 처방 구성의 표준화/효과 등
 - ☞ 성과목표 4.1 한약제/자원/기원종 등에 대한 데이터의 표준
- 기존 부처 사업과의 중복성과 차별성을 고려하여 연구사업 범위 및 내용 검토·논의 필요
 - ※ [별첨 3] 보건의료데이터 플랫폼 구축관련 부처사업 현황 참고

② 연구범위 구체화

○ 동 기획의 핵심방향을 반영한 연구범위 설정

- 동 기획에서 제시한 핵심방향인 ①심신통합적 접근 + 다중요소 기반, ②개인맞춤 및 예방, ③ 융합기반 구축을 고려한 연구범위 논의 필요
 - ※ [별첨 1] 미래융복합한의학 비전·전략체계 참고
- 특히, 첫 번째 핵심방향인 심신통합적 접근(전인적 건강)과 다중요소 기반에 대한 개념은

동 사업의 성격을 규정짓는 데 중요하다고 판단되므로 적극적인 고려 필요

※ [별첨 4] 기초기반연구 사업추진계획(초초안) 연구범위 정리내용 참고

○ 타사업과의 중복성과 차별성을 고려한 연구사업 범위 설정

- 「과학화」의 경우, 기존 한의학연구와의 차별성을 고려한 연구범위 설정
- 「지능화」의 경우, 기존 AI 한의사 사업 등 기존 보건의료 데이터구축 사업과 어떻게 차별화 또는 연계시킬 것인지를 고려한 연구범위 설정

※ [별첨 3] 보건의료데이터 플랫폼 구축관련 부처사업 현황 참고

<검토 사항>

- 사업의 핵심방향이 적절하게 반영되었는가?
- 기존 한의학 연구와 미래융합의학의 차별점은 무엇인가?? 차별화를 위해 3분과 연구내용이 지향해야 하는 점은 무엇인지?

③ 연구개발과제

○ 마찬가지로 기존 한의학 R&D와의 차별성을 고려하여 기획의 핵심방향연구개발과제 제안 요청

○ 확정된 사업구조에 해당하는 연구개발과제가 고루 제안되었는지 검토

※ [별첨 1] 분과별 후보 연구개발과제 리스트 참고

○ 3차 회의 이후, 기술개발과제의 구체적인 내용 작성을 위한 역할 분담

※ 후보 연구개발과제 작성 양식은 별도 파일로 첨부

④ 기타 검토

○ (용어 검토) 사업구조의 각 항목에 대한 네이밍

- 중점영역의 용어 검토, 좀더 미래융합한의학 색채가 드러나도록 네이밍 필요

→ 키워드 등 다양한 아이디어 제안 요청

※ [별첨 2] 바이오 미래유망기술 동향에서 사용되고 있는 기술명 참고

○ (대응이슈 다양화) 포스트 코로나와 같이 계속해서 언급될 것으로 예상되는 사회적 환경변화에 대해 동 사업의 대응도 고민 필요

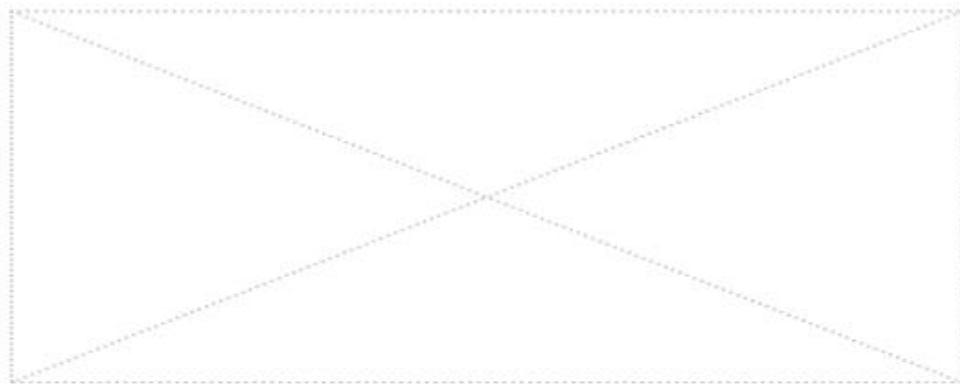
- 최근 다수의 국내외 미래전망분석, 정부사업에서 '포스트 코로나' 화두 제시, 특히 보건의료 분야에서 두드러짐

6. 실무위원회 3차 회의결과

[1분과] 회의 주요 내용

□ 사업구조 : 서비스와 의료기기로 구분하는 것이 적절

- (분야) 서비스는 건강관리 중심, 의료기기는 진단/치료 중심
- (식약처 승인 여부) 서비스는 자가관리 중심으로 주로 가정에서 활용되는 한편, 의료기기는 주로 임상 또는 의료적 중재로 활용
 - 따라서, 후자는 임상시험 승인이 필요하나 전자는 불필요
 - 다만, 자가의료기기도 있으나, 대부분 간단한 형태로 첨단기술이 접목된 형태는 거의 없어 동 사업에서는 구분 뚜렷
- (솔루션 형태) 서비스는 주로 소프트웨어, 의료기기는 하드웨어 형태로 구현
 - 다만, 디지털 치료제는 소프트웨어 형태이긴 하나, 치료영역에서 활용, 식약처 승인 대상이므로 의료기기로 분류



<헬스케어의 구성 및 범위 : 헬스케어 생태계내 원격의료와 디지털 치료제>

※ 그림에서는 원격의료와 디지털 치료제가 임상의료행위에 포함됨

- (수가 가능 여부) 치매안심센터의 경우, 의료기관이 개입하지만 수가가 없기 때문에 헬스케어 서비스 항목에 해당. 이와 같이 수가 가능 여부도 서비스와 의료기기 구분하는데 기준임

□ 연구범위 : 주요 내용, 목적, 연구범위

- (추진필요성) (기존의 약물치료 한계 극복을 위해) 만성질환, 통증관리 등 심리적 요인이 신체적 요인에 영향을 미치는 질환 분야에서 심신통합적이고 다중요소 기반의 한의학적 접근이 가능한 서비스·의료기기 개발 필요
 - 비만, 치매 등 만성질환의 경우, 하나의 약물로는 치료 불가능하여 심신통합적이고 다중요소 기반으로 접근해야 하고 어떤 하나의 카테고리만 접근하여 치료가 잘 되는지 판명 어려움

- 심신통합적 접근은 특히, 통증관리 분야에서 두드러지는 성격으로 통증을 느끼는 차이가 심리적 요인에 기인하는 등 신체적 요인과 심리적 요인의 상호작용으로 인해 발생
- 실제, 항우울제 약이 통증에 사용되는 것과 같이 심리적 치료방법이 만성 통증관리에 효과가 있다는 것이 연구결과임
- 이러한 정신과 신체를 매개하는 생체에너지가 기(氣)이며, 기(氣)의 언발런스를 잡아내는 기술개발을 활용하여 헬스케어서비스 또는 의료기기 개발도 가능하나, 기(氣)를 어떻게 측정하고 측정된 결과에 대해 어떤 의미를 부여할지에 대한 연구가 남아있음(→기초기반연구)

○ 서비스/의료기기 개발방향에 있어서 차이 (RFP 내용)

- (서비스) 심신통합적 한의학 접근이 가미된 서비스 개발, 비즈니스 모델(또는 서비스 모델)까지 확립 필요(대상 소비자, 매출규모, 판로 등을 담은 사업계획 요구)
- (의료기기) 진단/치료에 사용되므로 예측기술, 정확도에 있어서 일정 수준 이상의 성능, 기술적 사양이 요구되고, 안전성 평가 또는 품목허가 등의 개발범위까지 제시 가능

○ 연구의 주요 내용 및 방향

- (1) 약물치료의 한계를 극복하는 비약물 중재방법으로 접근하는 등 기존의 한계를 극복할 수 있는 한의학적 방법을 제공하는 기술개발

※ 예를 들어, 우리 몸의 생리기능을 활성화하는 기술을 의료기기 또는 서비스로 접목

- (2) 개인마다 개인의 유전적 소인, 환경적 요인, 노화의 차이 등에 따라 임상양상이 다르게 나타날 수 있는데, 한의학적 접근은 이러한 개인별 차이, 경미한 정도(미병단계)를 포착하는데 강점이 있으므로 이러한 강점을 서비스와 기기개발에 접목한 기술개발

→ 심신통합적 접근방법을 구체화하면 비약물 중재, 개인별 차이 모니터링, 질병의 경미한 수준 모니터링(미병단계) 등으로 설명 가능하고 이를 가능하게 하는 한의학적 특징을 가미한 기술개발

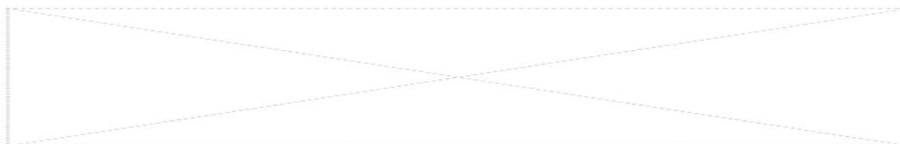
□ 연구개발과제

- 중점분야별로 제안된 연구개발과제 분류 검토 및 조정 (역할분담계획 생략)

[2분과] 회의 주요 내용

c

□ 사업구조



<2분과 사업구조>

- (2-2) 한의소재/신약개발와 (2-3)한의소재/신약 개발효율 제고기술의 구분 적절성
 - (2-3)을 "한의학융합의료기술의 효율성 제고기술"로 네이밍 수정하여 약물/비약물 효율성 제고기술로 새로운 기술개발 부각
 - 사업규모 등을 고려한다면 2-3을 별도로 구분하고 제형기술과 관련된 연구내용으로 설정하여 (2-2)의 소재개발과 구분
 - 이렇게 되면, 주로 참여 가능한 연구자들은 약물전달에 초점을 둔 기술개발 내용이므로, 나노기술 등 공학계 연구자들이 참여 가능
- (2-1) 기존 치료효능 지표 발굴 및 치료법 개발과 (3-1) 과학화 중복가능성 검토
 - 임상에 가까운 연구내용은 2-1에서 진행

□ 연구범위 : 주요 연구개발내용

- 전체 사업의 구성 : 세부사업별 중점내용과 2분과의 연구범위

1. 서비스 및 기기	2. 바이오 융합기술	3. 과학화	4. 지능화
기기 중심	소재/약물개발 중심	임상 관련 지표 개발 및 업그레이드, 과학적 근거 등	DB 구축

- 구체적인 범위 (000 소장 제안)
 - (2-1)치료보다 지표발굴에 초점을 두고 환자 샘플식 동물모델 연구로 바이오마커를 발굴하는 연구 중심으로 진행
 - 기초연구와 동물실험(전임상)까지 포함한 연구
 - 아직 언급되지 않은 진단내용도 고려되어야 하고, 한의치료 중재의 효율성을 검증하는 것이 2분과의 취지라고도 할 수 있음
 - (2-2) 바이오마커를 소재스크리닝으로 활용한 소재연구와 신약개발
 - (2-3) 약물/비약물적 방법 모두 포함한 제형기술, 플랫폼 기술 등 약물주입 경로(DDS)에 관한 기술개발
 - ex) 약침, 마이크로니들
 - 신약개발에 필요한 기반기술은 이미 많이 이루어져 있어 중복성 문제 발생 가능 (구체적인 내용은 이두석 소장께 다시 문의 예정)
- 기획의 핵심방향 반영 여부
 - 다중요소기반은 계속 논의해 왔으나, 정확하게 어떻게 표현해야 할지는 드러나지 않음
 - 2분과 사업설명시, 부각시킬 수 있는 부분 고민 필요
 - 연구개발과제 구체화시 심신통합적 접근, 다중요소라는 키워드를 고려한 제안 요청 (ex : 멀티플 바이오마커 개인맞춤형으로 진단기술 개발 등)

- 첨단기술 융합 측면에서 고려할 사항
 - 오가노이드, 줄기세포 기술은 (2-2)와 (2-3)에서 활용 가능
- “중개연구”를 2분과 연구내용으로 포함여부 검토
 - 이 부분은 위원들간 의견 조율이 안되었으나, 3분과에 넣기도 어려움

□ 연구개발과제 구체화 및 역할분담

- 지금 제안된 과제명은 2분과 성격에 부합하도록 수정 필요
- 기전규명은 연구내용에 포함 가능하나 과제명으로는 부적합
- 약침, 마이크로니들 등 2-3에서 추가 제안 필요

(역할분담계획 생략)

[3분과] 회의 주요 내용

□ 사업구조

- 기존(안)에서 축을 세로축(A/B/C/D)의 기준으로 바꿔 사업구조 재구성

	생리병리	경락경혈	약재/방제
A. 한의 기초이론의 과학적 해석			
B. 한의 치료기술의 과학적 기전규명			
C. 신규 치료 전략 개발을 위한 한의 치료기술의 고도화 및 표준화			
D. 지능화			

- 한의 기초이론의 과학적 해석 : 생/병리이론, 침구경락이론, 본초방제이론 등의 한의 기초이론의 현대과학적 해석 및 규명
- 한의 치료기술의 과학적 기전규명 : 한약을 비롯해 치료와 침구, 부황 등 물리적 치료를 포괄하는 한의치료기술에 대한 과학적 기전규명
- 한의 치료기술의 고도화 및 표준화 : 기존 치료도구를 변형시키거나 그에 기반한 고도화 연구
- 「C. 신규 치료 전략 개발을 위한 한의 치료기술의 고도화 및 표준화」 2분과와의 차별화 문제
 - 2분과의 경우, 양한방의 융합적 접근, 첨단기술과의 접목 등을 통해 새로운 치료도구를 개발하는 연구(주로 약물주입 또는 전달에 대한 치료도구 예상)
 - 3분과의 경우, 기존 치료도구를 변형하는 연구이므로 다른 형태의 연구가 이루어질 것으로 예상

- 다만, 사업지원시 지원하는 입장에서는 헷갈릴 수 있기 때문에 이를 구분지을 수 있도록 설명 필요
 - 신규치료 전략개발을 위한”이라는 네이밍으로 구분
 - 2분과는 특허, 1분과는 논문으로 연구성과로 구분(RFP에 요구되는 연구성과로 명시 가능)
- 지능화는 치료기술과 DB 구축의 내용이므로 별도의 쪽지로 독립
 - 네이밍에 대해서는 “지능화를 위한 플랫폼 구축(데이터 표준화와 공유)”, “지능화를 위한 정보화 기술”와 같은 형태로 “지능화” 용어 포함 고려
 - 2차 회의시 지능화라는 용어를 배제해야 한다고 했으나, 지능화를 지향하는 데이터 표준화와 공유 시스템 구축이라는 표현이라면 지능화 포함도 가능

□ 연구범위

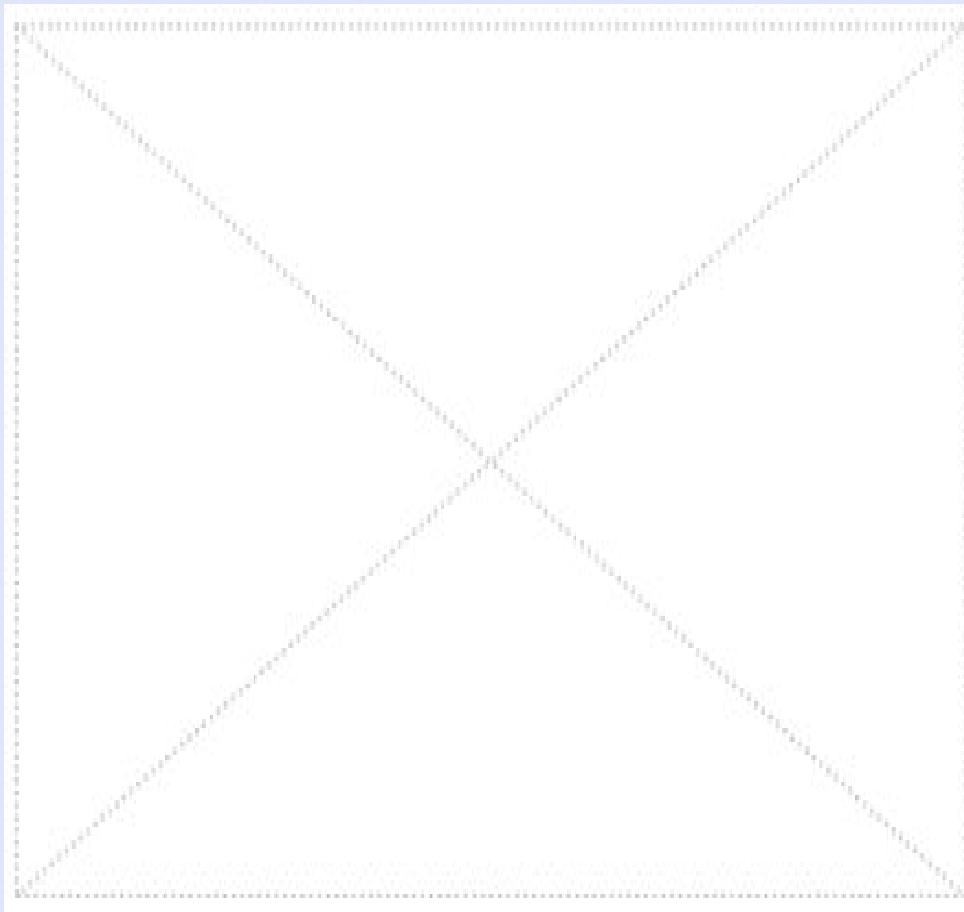
- 미래지향적 사회니즈를 반영한 연구개발 필요
 - 포스트 코로나 대응, 감염성 질환, 기후변화 대응 질환, 환경성 질환 등 미래질환 대응이라는 키워드 필요
 - 2분과에서도 이러한 미래질환 대응 연구개발 적극 반영 필요
- “과학화”의 2분과와 차별화 문제
 - 과기부와 복지부에서 사용하는 용어를 고려하여 타겟 질환을 만성/난치성질환으로 제안
- “지능화”내용 및 기존 사업과의 차별화 문제
 - 기재안한 데이터 중 한약자원, 연구정보(오믹스 데이터 등 기초실험데이터), 임상정보 등 대부분 조금씩 중복이 있음
 - (현황) 다만 실제 연구에 사용하고자 하는 데이터는 아직 구축이 안된 상태이고(네트워크 과마클로지 연구) 구축하려고 해도 기존 플랫폼에서 반려하는 사례가 있음(정지연 박사가 오믹스 데이터 사례를 들음)
- 따라서 이와 같이 비어 있는 공백에 대한 데이터를 대상으로 구축하되, 그에 대한 현황정보는 000 교수, 000 교수, 000박사에 요청

* 양방에서도 복지부 사업“중환자 특화 빅데이터 구축 및 AI 기반 CDSS 개발사업”기획시 국내 연구자들이 연구데이터로 주로 미국 중환자 데이터셋(MIMIC)를 사용하는 사례가 많아 한국형 중환자 빅데이터를 구축하는 계기가 됨

- 공백 부분에 해당하는 데이터 예시: ① 오믹스 데이터 등 기초실험 데이터, ② 경락경혈-다중장부 반응 빅데이터 구축, ①침과 한약, 양약을 통합된 데이터베이스(양약에 대해서는 연계전략으로)

미래질병(emerging diseases)

- 먼 미래에 발생할 새로운 질병이라기보다 지금부터 준비해 나갈 필요가 있는 건강 이슈
- 처음으로 발생한 새로운 질병뿐 아니라, 이미 알려져 있었으나 발생률, 지역적 분포가 점차 증가하는 질병도 포함
- WHO는 건강위협요인으로 감염병과 비감염병 모두 지적, 실제 2019년에 발표한 10대 건강 위협요인으로 “대기오염 및 기후변화, 비감염성 질환, 인플루엔자 국제적 유행, 취약한 환경, 항균성 내성, 에볼라 및 고위험성 병원균, 일차보건의료 취약성, 예방접종 거부, 뎅기열, HIV 등” 제시
- 한국보건사회연구원 미래질병대응연구센터에서는 미래 질병과 관련해 주목할 만한 우리나라의 주요 여건 변화를 다음과 같이 제시(2020)



자료 : 미래질병과 건강 아젠다 발굴 및 대응 방안 연구(채수미, 윤강재, 서제희, 탁상우, 최지희, 이나경, 2019)

□ 연구개발과제 검토 결과와 과제구체화를 위한 역할분담

- 아래와 같은 주제들을 대상으로 연구개발과제 후보(안)을 제안해 주시고 배포할 양식에 맞춰 작성 요청
- 역할 분담은 다음과 같이 진행하고, 000 박사는 전체 내용에 대해 검토

	생리병리	경락경혈	약재/방제
A 한의 기초 이론*의 과학적 해석	A-1. 한의 생리병리 이론의 과학화 ex) 오행거류표 : 특정 약물에 대해 눈과 간 연결되어 있는지 등 추적하여 증명하는 연구 A-2. 한의 변증이론의 과학화 A-3. 한의 체질이론의 과학화 → 000 박사	A-4. 경락경혈 기반 인체 다중시스템 조절 원리 규명 A-5. 경락경혈침구자극 전달 경로 규명(매핑)연구 → 000 위원장	A-6. 처방(철정 포함)구성이론의 과학화 A-7. 멀티오믹스 기반 다빈도 한약의 약증 과학화 연구 A-8. 한약의 인체 다중시스템 조절 원리 규명 → 000 박사
B 한의 치료* 기술의 과학적 기전규명		B-1. 만성/난치성 질환 극복을 위한 침구치료 (경락경혈치료)의 치료기전 규명 * 만성난치성질환 : 난임, 퇴행성뇌질환 등 설명 필요 B-2. 경락경혈기반 질환 관리의 심신 통합 조절 기전 규명 B-3. 맞춤형 침치료 기전 규명 → 000 박사	B-4. 만성난치성 질환 극복을 위한 한약치료의 치료기전 규명 B-5. 기후변화 대응 질환 (육음), 감염성 질환 등 미래질환 대응 한약의 기전 규명 미래질환 : 예시 필요 → 000 교수
C 신규 치료 전략 개발을 위한 한의 치료기술의 고도화 및 표준화		C-1. 한의 치료 중재 도구의 고도화 및 표준화 (치료 도구의 표준화) → 000 위원장	C-2. 한약의 고도화 및 표준화 → 000 교수
D 지능화	a. 오믹스 데이터 등 기초실험 데이터 공유 플랫폼 구축: 한의학연에서 하는 플랫폼에 넣고려고 했는데 반려받음 b. 경락경혈-다중 장부 반응 빅데이터 구축 c. 침과 한약, 을 통합된 데이터베이스 구축 (한의이론 기반 한약정보의 빅데이터 구축) --> 양약은 연계전략으로 → 000 교수		

7. 후보연구개발과제 조사양식

담당분과 (✓) 로 표시	1분과 (서비스/기기)	2분과 (한의융합 치료기술)	3분과 기초기반
성명			
연구개발과제명			
주요 이슈	☐ (기술적 니즈) ☐ - ☐ (경제적 니즈) ☐ - ☐ (사회적 니즈) ☐ - ※ 제안하는 과제를 통해 해결될 수 있는 기술적/경제적/사회적 니즈 작성(기술, 사회, 경제 모두 작성될 필요는 없으나, 가급적 모두 고려)		
국내외 관련동향	☐ (해외동향) ☐ - ☐ (국내동향) ☐ - ※ 해당 연구와 관련하여 국내외 최근 연구동향에 대해 작성하되, 해당 연구가 필요함을 강조하기 위해 국내 연구의 미흡한 점을 중심으로 작성		
연구개발 목표	☐ ☐ ※ 연구개발이 완료된 시점(5년 후 등)에서 도출될 성과 중심으로 작성		
연구개발 내용	☐ (요소기술 1) ☐ (1차년도) ☐ (2차년도) ☐ (3차년도) ☐ ☐ (요소기술 2) ☐ (1차년도) ☐ (2차년도)		

○ (3차년도)

※ 위에서 제시한 목표를 달성하기 위해 수행되어야 할 세부 연구내용 등을 연차별로 정리하여 작성
 '1. 융합기술' 선택 중 정보 활용에 대한 연구개발인 경우, 요구되는 데이터를 어떻게 확보할 것인지
 필히 작성 필요

소요자원

(연구인력/연구비)

○ (연구인력) 박사급 00명, 석사급 00명, 학사급 00명

○ (연구비) ※ 연도별로 제시하되 인건비가 차지하는 비중을 별도 표기

(백만원)

'23	'24	'25	'26	'27	합계
00(인건비 %)					

기대효과

☐ (경제/산업적 효과)

○

—

☐ (사회적 효과)

○

—

※ 국가차원에서 제안하는 연구개발 성과 달성을 통해 얻어지는 효과 작성

요구사항

○

○

—

※ 관련 기술의 동반 성장, 규제 및 제도, 상용화 지원, 정보 제공, 인재양성 등 제안한 과제가 원활히
 진행되기 위해 필요한 사항 작성

8. 세부전략별 우선순위 평가 및 활성화방안 자문 양식

□ 세부전략별 우선순위 평가 자문양식

□ 활성화방안 자문양식

제안하신 과제 또는 사업 전체 차원에서 사업이 원활하게 이행되기 위해 필요한 법/규제, 제도 및 지원사업, 사업운영 측면에서 필요한 사항 작성

법/규제	* 예를 들어, 연구성과가 임상현장에 적용할 수 있도록 의료수가를 적용할 수 있어야 한다는 의견을 일부 위원들이 제안해 주셨습니다. * 이외에 법/규제 개정, 신규법안, 규제 강화 및 완화 등이 필요한 의견에 대해 개진 부탁드립니다.
제도·지원사업	* 인력양성, 전문가 네트워크 활성화 등 미래융합한의학의 생태계를 구축하기 위해서는 초반에는 정부의 적극적인 지원이 필요할 것으로 생각됩니다. * 생태계 활성화 뿐만 아니라, 다양한 측면에서 정부정책수단으로 이루어져야 할 사항들에 대해 의견 부탁드립니다.
사업운영	* 추진체계(컨소시엄, 연구팀 구성 조건 등), 우선 지원되어야 할 과제 특징 등 사업 추진시 과제 선정, 실행 시 선정평가, 중간(연차, 진도)평가에서 고려될 사항이라고 생각하시고 의견 개진해 주시기 바랍니다. * 또한, 연구성과의 효과성/효율성, 사업의 지속성 등을 제고하기 위해 기본적으로 갖춰야 할 요건들에 대해 의견 부탁드립니다.(예를 들어, 연구로 생성/도출된 데이터들은 000 플랫폼에 축적되어야 함.....)
기타 요구사항	* 위의 항목외에 미래융합한의학 발전전략 활성화를 위해 정부에 대한 요구사항을 자유롭게 의견 부탁드립니다.

9. 기타 회의 참고자료

가. 미래융합한의학 관련 해외 프로젝트 사례

□ 미국 NCCIH, Bridge2AI 프로그램: AI 활용한 보완통합의학의 전인적 건강연구

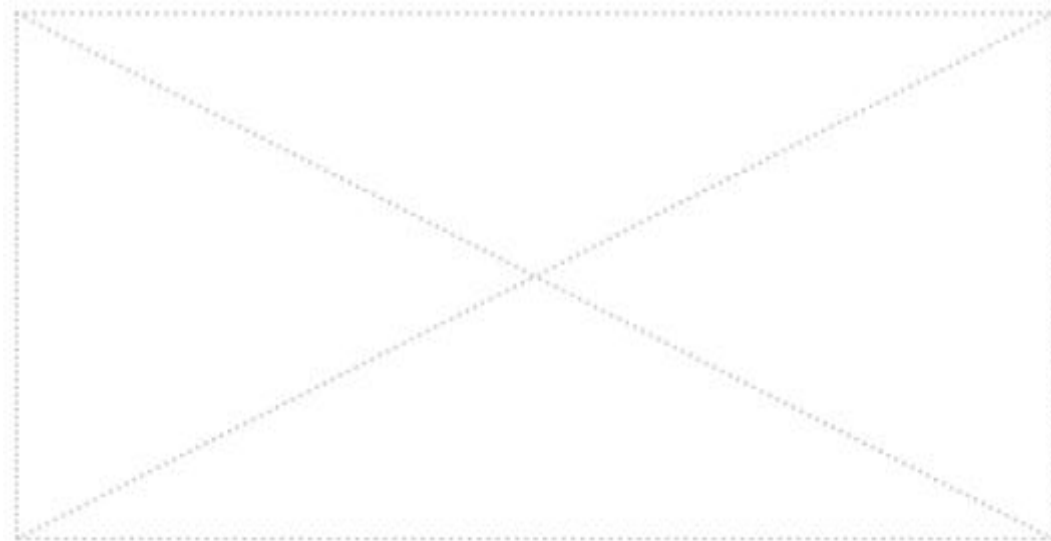
- 전인적 건강에 대한 이해를 심화하기 위해 NCCIH의 Emmeline Edwards 연구팀이 개인이 덜 건강한 상태에서 건강한 상태로 이전되는 과정인 salutogenesis의 메커니즘을 규명하는 연구 추진
 - Bridge2AI 프로그램(NIH)은 의생명 분야의 AI와 ML 연구를 지원하기 위한 프로그램으로, 건강 및 의료 관련 데이터셋 구축과 이를 활용한 건강문제 해결을 목적으로 하며, 다학제 팀을 구성하는 것이 필수조건임
- AI를 통해 사회적/심리적 생리학적 시스템 전반에서 수집한 방대한 데이터(유전자, 조직검사, 전인적 데이터 포함)에서 복잡한 패턴을 찾아내고자 함
 - 참여기관은 National Library of Medicine, National Eye Institute, National Human Genome Research Institute, National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering

□ 중국, 첨단 IT 기술을 결합한“증거기반 중의학 연구”프로젝트(’19~)

- 증거기반 중의학 연구 강화 및 고품질 개발을 촉진하기 위해 첨단 IT 기술을 적용한“증거기반 중의학 연구(Evidence-based Traditional Chinese Medicine Research)”프로젝트를 ’19년부터 추진
 - 증거기반 중의학의 코로나 19 치료 성공을 통해 자신감이 붙은 중국은 “관상동맥 폐렴 관련 전염병 예방/관리에 있어서 중의학의 역할 더욱 강화
- 그간 인정받은 효능평가 연구보다 임상연구에 대한 양질의 근거 제시가 시급히 개선되어야 한다는 문제를 해결하기 위해 중의학에서 근거기반 의학 연구를 더욱 강화하고 임상연구 방향 제시
- 21년 4월 연구보고에 따르면, 첨단 IT 기술 적용을 통해 폐렴 및 독감에 대한 증거기반 평가지표 리스트 발표
 - 증거기반시스템(EVDS)에는 80,000개 이상의 무작위 대조시험 결과와 1,700개 이상의 중국 특허 의약품(중의약 주사제 포함) 4,000개 이상의 리뷰 포함
 - 최근, EVDS 근거 점수와 전문가 합의를 기반으로 100개 이상의 제품 중 근거 기반이 뛰어난 의약품 선택

□ 일본 미병 연구프로그램 COI STREAM(혁신적 이노베이션 창출 프로그램)

- 현대의학의 관점에서 미병제어시스템을 규명하고, 대규모 임상데이터를 기반으로 ICT를 이용한 진단방법(캄포독크), 캄포 헬스 어드바이저를 확립하여 새로운 21세기형 의료시스템 제안을 목적으로 함
 - 문부과학성 및 과학기술진흥기구(JST)가 지원하는 프로그램으로, 「저출산고령화 선진국으로서의 지속성 확보」 비전하에 “미병을 검지하고 질병을 예방하는 사회”를 목표로 연구개발 추진
 - 기타사토대학을 중심으로 치바대학, 지치의과대학, 토카이대학, 토야마대학, 후쿠시마현립 의과대학 참여



자료 : <https://www.kitasato-u.ac.jp/toui-ken/kampo/>

<COI 프로젝트의 개념>

- 또한, 미병치료제로서 안전하고 고품질의 일본형 생약생산에 대해서도 생약물질평가체제를 구축하는 내용도 포함
- 연구과제는 다음과 같이 구성되어 있음
 - (과제 1) ICT를 이용한 한방미병제어시스템 확립과 보급
 - (과제 2) 생약 품질 시각화와 품질 평가기술 개발
 - (과제 3) 현대 의학적 관점에서 본 한방의학적 미병제어 규명

□ NCCIH의 다학제 인재양성 프로그램 : Building Research Across Interdisciplinary Gaps(BRIDG) T90 Program

- 동 프로그램은 University of Washington(UW)에 기반을 둔 3년제 풀타임 임상연구 교육프로그램임(박사 수준의 임상 대상)
- 프로그램의 목적은 **임상 및 중개연구의 전문성을 확보함으로써 임상 보완통합의학의 배경을 가진 차세대 인재를 육성**하기 위한 것임
 - 동 프로그램에서는 연구역량뿐만 아니라, 임상역량, 보완통합의학 역량 모두 가능한 다학제적 접근이 필요함을 강조
- 프로그램의 구성은 임상연구 분야에서 경험/훈련/실질적인 연구까지 포함하고, UW의 **역학(epidemiology)과 생물통계학(biostatistics) 코스웍**을 모두 받도록 되어 있음
 - 참여자는 전임의사(fellow)와 동일한 수준의 급여, 컨퍼런스 참여와 연구 관련 경비를 위한 장려금(stipend)을 받게 됨

나. 미래융합한의학 관련 키워드 분석 결과

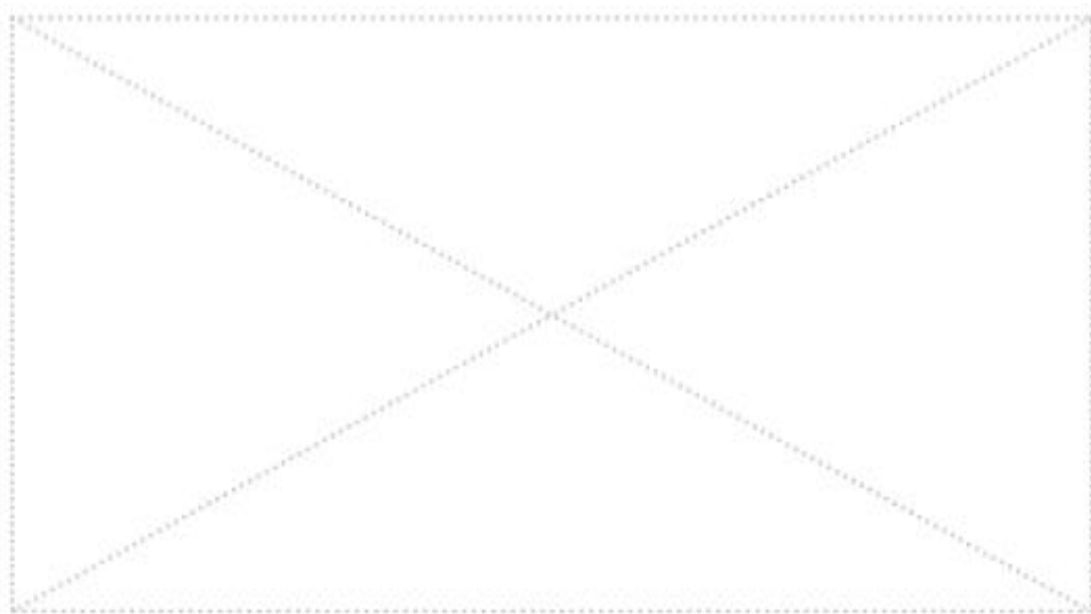
□ 구글 Scholar DB 활용

- 검색 기간 : 2020-2021,
- 검색언어 : 영어

□ 키워드 분석결과

- 보완통합의학의 국제화가 진행되고 있는 가운데, 유효성 및 안전성을 확보하기 위한 과학적 근거, 표준화, 임상시험 등 **증거기반 연구와 관련된 키워드 다수 출현**

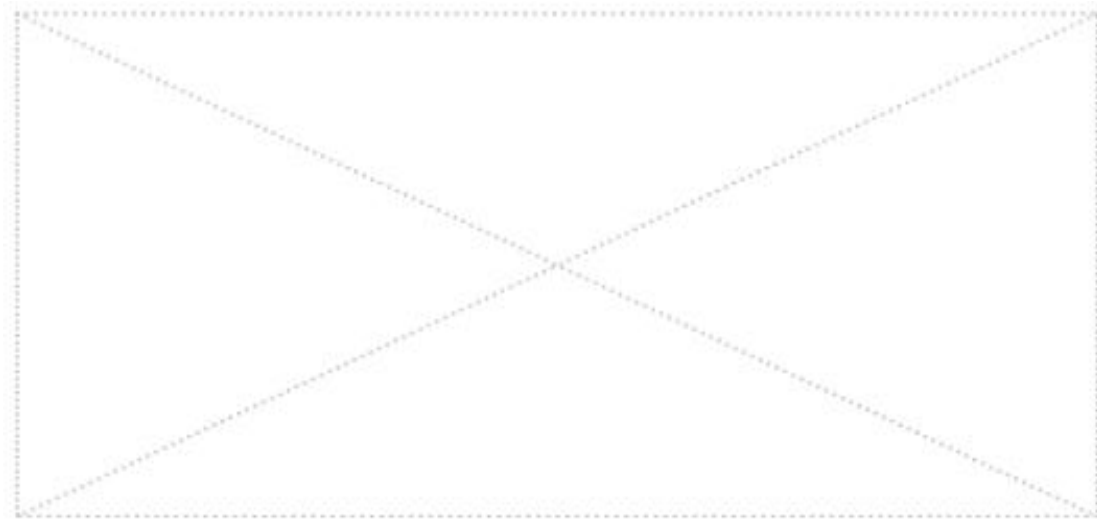
※ trial(60), effect(43), effectiveness(20), assessment(22), efficacy(19), evidence(16), 타당성(13), protocol(19), meta-analysis(16) 등



- 특정 질병과 관련해서는 저출산고령화 사회, 불확실성이 높은 현대사회를 반영하는 암(cancer 88, oncology 24), 스트레스(23), 정신질환(우울증 10, disorder 10 등), 전염병(21)이 가장 많은 빈도로 출현
 - 통증(117) 관련 연구가 가장 많고, COVID-19 영향으로 전염병 관련 연구가 다수 출현
 - 만성질환에 대해서는 심장질환(11), 고혈압(8), chronic(6) 등 예상과 달리 관련 연구가 많지 않음
 - 특정 장기에 대해서 앞서 언급한 유방, 심장, 간(8), 뇌(8), 호흡기(6), 폐(3) 등으로 연구빈도 출현
- 데이터 활용 연구는 다수 나타나고 있으나, AI 활용 연구는 아직 많지 않음(data 24,

deep learning 3, AI 2 등)

- ※ (사례 1) Applying deep learning to single-trial EEG data provides evidence for complementary theories on action control, Communications 2020 - nature.com
- ※ (사례 2) Using explainable deep learning and logistic regression to evaluate complementary and integrative health treatments in patients with musculoskeletal disorders, Complementary 2020 - Elsevier
- ※ (사례 3) Traditional, complementary, and integrative medicine evidence map: a methodology to an overflowing field of data and noise, de Salud Pública 2021 - SciELO Public Health
- ※ (사례 4) Identification of non-validated endocrine disrupting chemical characterization methods by screening of the literature using artificial intelligence and by database exploration, Surgeries 2021 - mdpi.com



다. 의료서비스/기기 기술융합 동향

1. Forbes,¹²⁸⁾ 디지털 헬스케어 트렌드 전망

□ 디지털 솔루션을 통해 만성질환과 복합질환 치료

- 디지털 헬스케어의 가능성과 필요성에 대해서는 대부분 인지하고 있으나, 장기적으로 유지되어야 하는 “디지털 건강관리의 지속가능성(digital health sustainability)”에 대한 고민 필요
- 즉, 디지털 솔루션이 가정이라는 새로운 환경에서 어떻게 접목될 수 있는지 고민이 필요하고, 대면 서비스 감소와 좀더 적극적인 질환관리 솔루션을 제공함으로써 사용자에게 혜택을 보여줘야 함

□ “one-stop-shop” 플랫폼을 통한 전인적 건강관리

- 대면 치료에서 가상/원격 치료에의 전환과 함께, 보건의료 에코시스템에서 서비스를 제공하는 공급업체가 상당히 배출됨
- 아직 서로다른 솔루션을 제공함으로써 소비자에게 혼란을 초래하고 있으나, Teladoc + Livingo¹²⁹⁾와 Omada + Physera¹³⁰⁾ 합병과 같이 원스톱 쇼핑 전인적 건강관리를 위한 포괄적인 접근방식의 솔루션이 시장의 최종승자가 될 것으로 전망

※ Teladoc +Livingo : '20년, Teladoc Health(당뇨 중심 원격의료 기업)가 Livongo(만성질환관리 디지털 헬스케어 기업) 합병

※ Omada + Physera : '20년 만성질환관리를 위한 디지털 솔루션을 제공하는 Omada Health가 가상물리치료를 전문으로 하는 Physera(스타트업)를 인수하여 가상물리치료 영역을 도입하여 기존 서비스의 영역을 확대시킴(미국의 근골격계 질환에서 물리치료사 공급 차질 문제와 의료비용 부담 문제가 크다는 점에 초점을 두고 이 영역을 새롭게 도입)

□ 가상현실과 증강현실이 치료의 주류 차지

- 치료와 헬스케어 서비스에서 VR/AR 보급 가속화 전망
- 원격서비스에 대한 치료 효율성을 알게 되면서 환자를 병원에 입원시키지 않게 되면서 **의료비용과 환자가 겪는 스트레스 경감 가능**
- 특히, 의료비용 지출이 많은 정신건강(Oxford VR¹³¹⁾)과 만성통증(Karuna Labs¹³²⁾) 영역에서 중요한 역할을 할 것으로 전망

※ 헬스케어의 VR 시장 전망 보고서(2020)¹³³⁾에 따르면, 세계시장이 2019년 20억 달러에서 2027년 340억 달러로 15배 이상 성장할 것으로 예측

□ 휴대폰은 온콜케어팀(on-call care team)으로 전환

128) Forbes, 8 Digital Health Predictions For 2021

129)

<https://www.teladochealth.com/newsroom/press/release/teladoc-health-completes-merger-with-livongo/>

130)

<https://www.cnbc.com/2020/05/19/omada-health-raises-57-million-acquires-physera-for-30-million.html>

131) oxfordvr, <https://ovrhealth.com/>

132) KARUNA, <https://karunalabs.com/>

133) Verified Market Research, Virtual Reality In Healthcare Market Size And Forecast, 2021

- 팬데믹 이후, 보건의료 분야에서 전반적으로 디지털 적용 촉진
- 특히, 환자관리에 있어서 **번거로운 프로세스를 간소화하기 위해 적용되고 있으며, 뇌졸중 환자관리를 위한 Viz.ai가 대표적인 사례임**

※ Viz.ai : 의료영상의 인공지능을 활용하여 뇌졸중 환자의 치료시간을 획기적으로 단축시킨 소프트웨어¹³⁴⁾

- 임상에서의 중재가 **모바일의 행동시스템으로 전환되어** 치료를 도울 것이며, 이에 **의료인력과 자원의 부담을 감소하고 환자도 개선 가능**

□ 가정에서 가상 헬스케어 딜리버리(Care Delivery)가 기존 원격의료 개념을 넘어설 전망

- 팬데믹 이후 원격의료에 대한 관심이 집중되고, **환자들도 좀더 안전하게 각자의 가정에서 케어를 받고 싶은 요구 커짐**
- 미국에서는 규제 개정을 통해 원격의료 채택이 가속화하는데 도움이 되었다는 평가이며, **가상 방문(virtual visits)에 대한 시도가 이루어지고 있음**
- 원격의료는 보건의료체계에 중요한 요소로 등장하고 있으나, 그것만으로는 해결책을 제공하지 못함
 - 아직까지 많은 헬스케어 서비스에서는 대면 방문 및 진단이 필요하고, 서비스 제공자들은 **환자들이 겪을 사회적 리스크에 대해 좀더 좋은 솔루션을 제공하길 원함**
- 앞으로는 **병원과 진료소에서 가상 또는 서비스 제공업체, 가정에서의 관리로 전환하기 위한 솔루션 채택이 가속화 전망**

※ MedArrive¹³⁵⁾ : 환자가 가장 안전하고 편한 곳에서 치료를 받을 수 있도록 서비스 제공

□ 처방 디지털 치료제(Prescription Digital Therapeutics, PDT)의 보급 확대

- 디지털 치료제는 알약형태의 1세대 치료제, 항체 치료제의 2세대 다음으로 주목받고 있는 분야로 전 세계적으로 빠르게 성장 중
 - 최근, 디지털 치료제는 정신질환, 만성질환 등에서 대면진료를 일부 대체하여 감염 우려를 줄일 수 있어 코로나 19 상황에서 주목
 - 이에, 정부는 “포스트 코로나를 대비할 유망기술”에 디지털 치료제를 포함시키는 등 디지털 치료제 개발과 활용 촉진을 위한 투자와 지원을 확대할 방침
 - 식약처도 정부의 2020년 8월 디지털 치료제 허가·심사 가이드라인 제시
- 디지털 치료제는 SW 특성상 기존의 치료제 대비 독성 및 부작용이 적고 일반의약품과 같은 제조, 운반, 보관을 요하지 않아 저렴한 비용으로 대량 공급이 용이하여 의료비용을 낮출 수 있다는 장점이 있음
- ‘20년 FDA는 병을 진단·관리·치료하기 위해 증거기반 중재방법을 제공하는 소프트웨어 프로그램인 PDT(처방 디지털 치료)의 코호트를 처음으로 승인
- 승인된 치료방법은 Pear Therapeutics, Akili, Mahana Therapeutics 등에서 제공되며, 주로 **약물남용, ADHD, IBS(변비 및 소화불량)**을 대상으로 함

134) Viz.ai, <https://www.viz.ai/>

135) MedArrive, <https://medarrive.com/>

□ 시니어 케어 서비스의 재창출

- 팬데믹의 영향으로 노인요양시설, 데이케어서비스 등 노인 돌봄시스템에 대한 재설계 전망

2. 식약처의 미래 융복합 혁신 의료기기 분류 및 동향

□ 신개발 의료기기를 다음과 같이 세가지 분야로 분류

- 식약처 분석¹³⁶⁾에서는 다양한 보건의료데이터를 중심으로 IT, 로봇기술(RT), BT 등 첨단 기술과의 융복합되는 의료기기를 다음과 같이 분류

① 인공지능·빅데이터 기반 독립형 소프트웨어 의료기기 : AI + 빅데이터

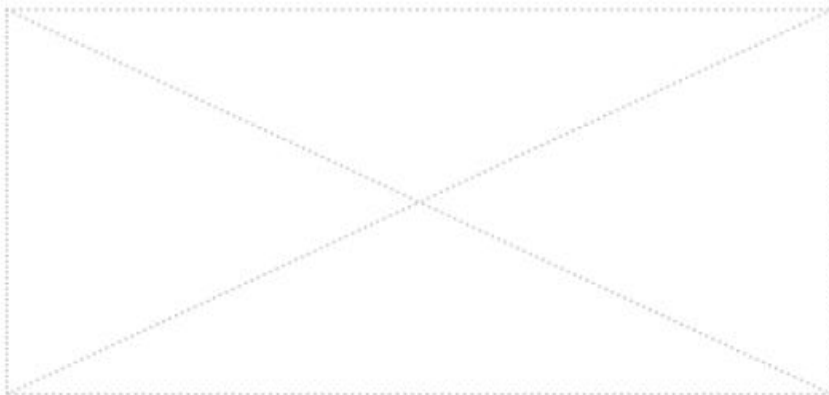
- 진료기록 또는 의료기기로부터 측정된 생체 측정 정보, 의료영상, 유전정보 등 다양한 의료용 빅데이터를 분석하여 질병을 진단 또는 예측

② 환자 맞춤형 재활의료기기 : IT + 로봇기술 + 모니터링·바이오피드백 기술

- 단순 반복의 전통적 재활치료 방식에서 생체신호, 환자 움직임 정보, 뇌파 신호 분석 등의 생체신호 기반으로 정보통신 기술과 로봇기술이 융합되어 생체 피드백을 활용한 센싱·처리·구동 시스템 개발
- 이를 통해 환자의 뇌가소성 증진 및 기능 회복유도를 통해 재활치료 기간 단축 또는 안전성 개선 등의 효과 창출

③ 차세대 융복합 체외진단시스템 : BT + IT + AI (상당부분 2분과 내용)

- 인체 유래 데이터인 혈액·체세포·유전자 데이터 또는 병리정보 등을 기반으로 생명공학기술과 정보통신 기술이 융합되어 기존 체외진단기기의 성능을 향상하거나 기존 병리의 유리슬라이드를 디지털화하고 이를 통해 신속 정확한 진단·예측이 가능한 장비, 검사시약, 진단 소프트웨어 등 개발

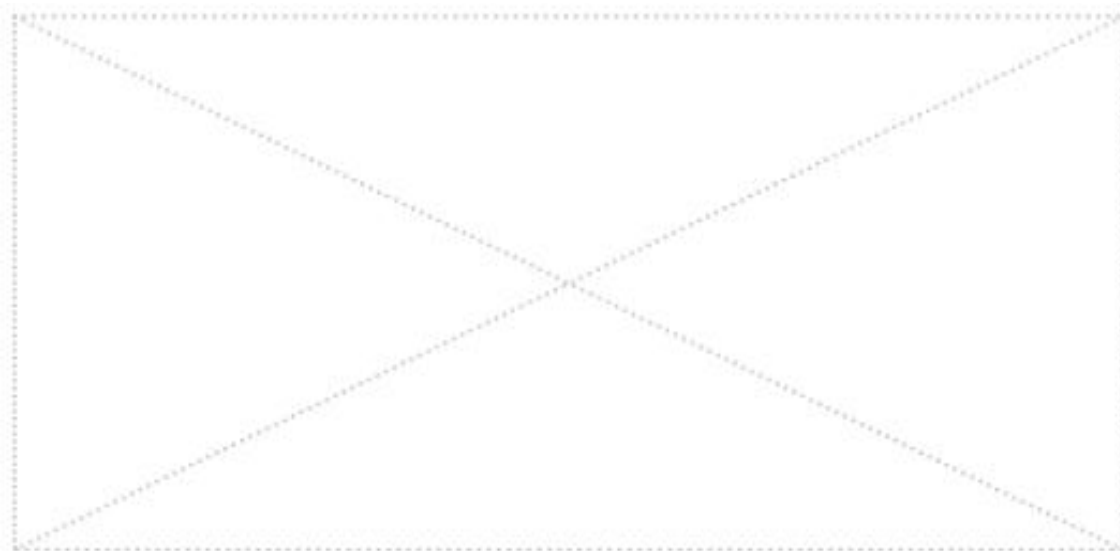


□ 인공지능·빅데이터 기반 독립형 소프트웨어 의료기기

- 소프트웨어 자체로서 의료기기의 사용목적에 부합하는 기능을 가지며, 범용 컴퓨터와 동등 환경에서 운영되는 의료기기 소프트웨어
- 의료영상 및 생체신호데이터를 이용하고, 인공지능·빅데이터 기술을 적용하여 의사의 진단 지원·보조 역할을 하는 의료기기
- AI와 빅데이터 기술을 접목한 의료기술은 진료, 의약개발, 의료서비스, 의료정보 등에서 다양하게 활용될 것으로 예상

136) 식품의약품안전처/식품의약품안전평가원, 2020년 신개발 의료기기 전망 분석 보고서

- (진료) 의료데이터 등의 복합정보로부터 환자를 진단하고, 이를 기초로 수술, 치료 등 수행 → 2분과와 중복가능
- (의약개발) 빅데이터를 분석함으로써 부작용이나 약리기전을 예측·분석하고, 최적화된 임상시험 도출 → 2분과
- (의료서비스) 개인유전자 정보와 결합한 정밀의료, ICT와 결합한 스마트 의료 → 1분과와 "맞춤형 의료 및 건강관리"의 기획방향에 적합
- (의료정보) 보건의료에 관련된 각종 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 새로운 정보를 생성하여 제공하는 기술로 활용 → 3분과(지능화)



자료 : Deloitte(2021), 글로벌 헬스케어 산업전망

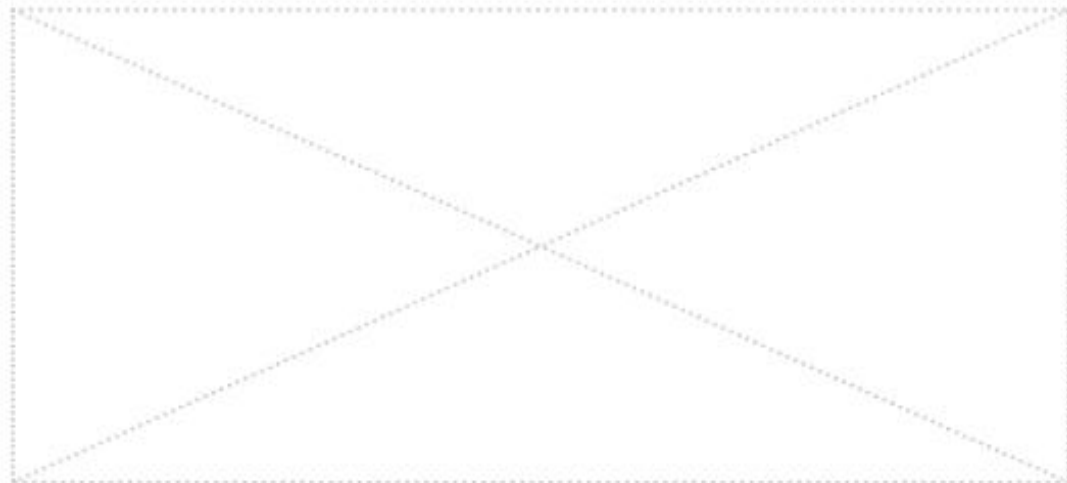
<의료분야와 비의료분야에서의 AI 활용특징>

- 현재는 주로 진단·검출분야, 치료 분야에서 사용
 - **의료영상이미지 기반 소프트웨어** : 의료영상장비에서 생성된 영상을 이용하여 진단보조, 치료방법 선택, 예후 예측이 가능한 소프트웨어로서 국내 13건(2019년 12월 기준)이 허가됨
 - **신호 모니터링 의료기기** : 의료목적으로 신체에 부착하거나 착용하는 센서를 통해 사용자로부터 시그널 정보를 획득하여 실시간 대응 및 24시간 모니터링 등이 가능한 AI 의료기기로, 주로 혈당측정기기 등 진단기기와 AI/빅데이터 기반 소프트웨어가 결합되어 개발
 - **EMR 및 의료데이터 기반 의료기기** : 병원내의 EMR 및 의료데이터 기반의 지능형 소프트웨어 시스템으로, IBM Watson이 대표적이지만 해당 제품 중 의료기기로 승인된 사례는 거의 없음
- 국내에서는 주로 의료영상 분석분야가 주목을 받고 있고, EMR 등을 통한 생체데이터 대상의 의료기기 개발은 많지 않은 상황
 - 그러나 심장, 뇌, 폐 등의 주요 장기에 대한 생체신호를 통해 심부전, 치매, 사망 등에 대한 진단과 예측을 통해 질병 예방이 가능하기 때문에 향후 많은 기업들이 생체신호 및 의료 빅데이터 분석을 활용한 AI 의료기기 사업에 뛰어든 것으로 전망

- ※ 구글 딥마인드 : 급성 신부전증, 염증으로 인한 환자 위험상황을 검출해 내는 AI 기반 소프트웨어 의료기기 개발 중
- ※ GE Healthcare Roche의 Clinical Decision Support : 수집된 환자 데이터를 이용하여 의료진의 관독에 도움을 주는 AI 기반 소프트웨어 의료기기 개발 중
- ※ PHILIPS의 MOM : 임신부를 위한 임신관리 소프트웨어로 임신 중 측정된 생체신호를 기반으로 위험요소를 감지하고, 감지된 위험요소를 의료진에게 알려 적절한 진단 및 치료를 가능하게 하는 것으로 개발중

□ 환자 맞춤형 재활의료기기 : “개인맞춤형 의료” 기획주제에 적합

- 1) 환자의 뇌가소성 증진을 통한 기능적 회복유도, 2) 운동학습을 통한 뇌신호 전달 신경계 회복을 목적으로 수행되는 재활 의료기기 중,
 - － 생체신호, 환자의 운동하중, 뇌신호 등의 환자 데이터 기반 생체피드백 기술을 적용하여 재활치료 시 안전하고 정확한 환자 맞춤형 재활치료가 가능한 의료기기
- 환자맞춤형이란 생체신호, 환자의 운동하중, 뇌신호 등의 환자 생체피드백을 활용하여 재활을 진행하는 시스템
- 현재까지는 생체인식기술이나 바이오피드백(Biofeedback), 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interfaces, BCI), 초소형 구동기술 및 경량소재, 의료정보 기반 환자 맞춤형 재활훈련 시스템 등에 필요한 기반기술(요소기술)이 개발되고 있음
 - － 예를 들면, 환자마다 다른 근력, 무릎 높이 등을 실시간으로 조절하여 환자 맞춤형 재활치료가 가능한 하지재활 보행보조 로봇, 뇌파 기반 맞춤형 미세전기자극이 가능한 비침습적 뇌전기자극장치 등이 있음
- 관련 기술분야로는 ①재활로봇 분야와 ②신경재활 분야로 구분 가능
 - － (재활로봇) 환자의 생체 및 운동신호를 검출(sensing)하여 정밀하게 맞춤형 재활치료를 제공할 수 있도록 처리(processing)·구동(acting) 가능
 - ※ 노약자, 장애인, 재활치료가 필요한 장기요양 환자의 신체기능 회복 및 지원을 위해 근력보강, 자세교정 등의 기능 제공
 - ※ 재활로봇은 소프트웨어와 하드웨어 결합체이므로 로봇 자동화와 관련된 소프트웨어 기술개발도 필수(의료정보 기반의 AI 엔진 탑재를 통해 환자상태 평가 등)



<환자맞춤형 재활의료기기 개념 및 분류>

- (신경재활) 재활치료의 효과를 극대화시키기 위해 접목되는 신경 및 근육 자극장치 기술로 근육, 말초신경 또는 대뇌피질 자극 방법을 통해 뇌가소성 증진 및 기능적 회복을 유도
- ※ 뇌졸중, 외상성 뇌손상 및 척수손상과 같은 병증에 따라 신경조절을 통해 운동장애 및 정신상태 치료를 목적으로 근육 또는 뇌의 특정부위를 자극하여 뇌의 가소성을 유도한 전(자)기 자극 치료기술

○ 국내 재활로봇과 재활시장은 아직 초기단계로 추정

- 재활로봇은 대학병원 및 재활기관 등을 중심으로 형성, 신경재활 시장도 생산 및 수출입 실적이 높은 수준이 아님
- 신경재활 분야에서는 그간 해외에서는 메드트로닉, 애보트와 같은 글로벌 업체들이 이식형 뇌심부 자극장치(Implantable DBS)를 중심으로 뇌자극장치 주도해 옴
- 최근에는 치료가 어려운 분야(알츠하이머, 파킨슨, 우울증 등)에서 비침습 뇌자극기기가 임상적 효과를 나타냄에 따라 관련 의료기기 시장이 점차 형성

○ 재활로봇 기술은 세계적으로 환자의 의도감지 기술, 뇌-기계 인터페이스(BCI) 등 첨단기술이 적용된 연구가 이루어지고 있음

- 국내 재활로봇 관련 제조업체들은 대부분 하지재활로봇을 제품화하였고(WalkBot 등), 환자 맞춤형 보행패턴을 생성하는 기술과 증강현실(AR) 기능을 접목하여 환자의 청각, 시각, 촉각 등의 자극을 통해 재활효과를 극대화한 제품 상용화
- 2019년도 재활로봇 중개연구 용역사업으로 기능식 전기자극(FES)을 포함한 발목 재활로봇 고도화 및 제품화 추진 중
- 최근에는 뇌파 등을 분석하여 가상현실 기반 피드백이 가능한 상지재활로봇 등 환자 상태에 따른 재활훈련이 가능하도록 하는 요소기술들을 개발하는 추세
- 앞으로는 바이오피드백 기술을 접목한 제어시스템과 신경조절 자극장치, 재활로봇 공조시스템 연구개발이 수행됨에 따라 그에 대한 시제품 출시 전망

○ 신경재활 분야의 신경조절 관련 자극장치 기술은 세계적으로 뇌가소성 및 운동기능을 회복시키기 위해 근육에 전기자극을 주는 기능식 전기자극장치(FES)와 뇌에 전기자극을 주는 경두개전기자극장치(tDCS)가 있음

- tDCS는 주로 미국과 유럽을 중심으로 개발되고 있고, 뇌심부전기자극장치(DBS)는 증중파킨슨병 환자를 주요 병증으로 운동장애에 대해 뇌심부에 전기자극을 공급하여 치료
- 현재 DBS, rTMS, tDCS는 치료 적용 범위를 우울증, 강박장애, 간질, 뇌졸중 재활 등 다른 분야로 확장되는 연구가 진행되고 있음
- 개발되고 있는 뇌자극장치들은 뇌기능 영상이나 뇌파를 기반으로 정확한 타겟위치에 뇌자극을 할 수 있는 제품들이 개발되고 있는 추세
- 이외에도, 트롤리 형태의 재활훈련 로봇장치를 이용하여 보행 및 자세균형 기능 회복을 위한 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기반 기능식 전기자극시스템(FES) 연구 수행 중

□ 차세대 융복합 체외진단시스템 : 1, 2분과 내용(맞춤형, 정밀의료)

- 기존의 체외진단기기와 함께 유전공학기술, IT 기술과 융합되어 진단장비, 검사시약, 진단소프트웨어 등으로 구성되어 성능(정확도, 정량도 등)이 향상된 의료기기
- 대표 기술로는 동반진단(Companion Diagnostic CDx), 체외진단다지표검사(In Vitro Diagnostic Multivariate Index Assay, IVD-MIA), 디지털 병리(Digital Pathology)가 있음

- (동반진단) 환자의 치료에 적절한 표적 의약품 사용하기 위해 약물의 반응성 및 안전성을 미리 예측하는 검사를 말하며, 이러한 검사시스템을 체외동반진단기기(In vitro Companion Diagnostic Devices, IVD-CDx)라고 함
- (체외진단 다지표검사) 2개 이상의 바이오마커를 이용하여 환자 상태의 진단 및 질병에 대한 예후·예측 등에 사용되는 의료기기
- (디지털 병리) 전통적인 병리에서의 유리 슬라이드를 바이너리 파일로 디지털화하고 이를 모니터를 통해 관찰, 해석, 분석한 후 보관, 관리하는 체계 또는 환경으로 정의 → 1, 2, 3분과 모두 가능
- 동반진단은 분자진단을 기반으로 하여 의약품의 효율적인 사용을 위해 적용, 그에 따른 안전성에 대한 정보를 제공하며 현재 표적의약품의 연구개발에 있어 환자 선별을 위해 체외동반진단기기와 시약들이 동시 개발되고 있음
 - 동반진단기기에서는 현재 기존의 종양학 질환을 중점적으로 제품이 개발 중이며, 알츠하이머병, 심혈관질환 등 다양한 질환에서 기술개발을 통해 환자의 맞춤형 치료를 위해 개발될 것으로 전망
- 체외진단다지표검사의 경우, 다양한 정보를 진단할 수 있는 바이오마커 발굴 및 개발로 환자의 상태 및 질병 예후·예측이 가능한 진단기법 개발
 - 기존의 진단개념에서는 검사를 통해 질병의 발병 여부 및 중증도 등 단편적인 정보를 확인할 수 있는 단일 바이오마커를 이용한 진단이었음
 - 최근에는 질병의 진행 상태, 재발가능성 등 다양한 정보를 진단할 수 있도록 바이오마커를 발굴 및 개발 중이며, 다중바이오마커 사용 및 알고리즘을 이용하여 분석을 통한 진단기법 개발
 - 종양학과 관련해서 바이오마커를 이용한 진단기술 개발이 활발하고, 단백질, DNA, RNA, 성장인자 등 다양한 바이오마커 발굴을 통해 알츠하이머병, 알레르기, 감염성 질환, 심혈관 질환 등에 대한 체외진단다지표검사들도 다양하게 개발될 것으로 전망
 - 특히, 2개 이상의 바이오마커를 통해 측정되는 지표들에 대한 분석 알고리즘 기술개발도 지속적으로 개발되어 질병의 예후·예측 정보에 대한 정밀도를 높일 수 있는 방향으로 개발될 것으로 전망
- 디지털 병리기술은 최근 광학기술 및 IT 기술과의 융합을 통해 다양한 기술개발이 이루어지고 있음
 - 디지털 병리기술을 통해 데이터베이스 구축과 알고리즘을 통한 이미지 분석 및 다양한 전문가집단간의 정보공유를 통해 전통적인 병리학 진단의 한계를 극복하기 위한 다양한 노력이 이루어지고 있음
 - 예를 들어, 인공지능을 통해 병변에 대한 정확도가 높은 분석 알고리즘들이 연구 개발되고 있음
- 현재 연구개발 중인 차세대 융복합 체외진단시스템을 적용하면, 환자의 의료정보를 기반으로 맞춤형 치료를 위한 진단이 가능하고, 질병에 대한 치료효과를 예측하여 정밀의료가 실현될 것으로 전망

라. 바이오 미래유망기술 동향 (2, 3분과 중심)

1. 주요 기관에서 선정한 바이오 미래유망 기술

□ 세계경제포럼(WEF)의 10대 미래유망기술

- 2020년, 바이오 관련 기술로 마이크로니들(Microneedles), 가상환자(Virtual Patients), 디지털의료(Digital Medicine), 게놈합성(Whole-Genome Synthesis)의 4개 기술 선정
- 동 기관에서는 무엇보다 바이오 분야를 큰 비중으로 다룸

□ 미국 MIT, 2020년 10대 혁신기술

- 바이오 관련 기술로 초고도화 맞춤형약 (Hyper-personalized medicine), 항노화 신약 (Anti-aging drugs), 새로운 분자를 찾아내는 인공지능 기술(AI-discovered molecules) 선정

□ KISTEP, 2020년 10대 미래유망기술

- 바이오 관련 기술로는 실시간 건강 모니터링 기술 선정
- 또한, 포스트 코로나 시대에 주요 환경변화가 크게 영향을 미칠 영역 중 하나로 헬스케어를 꼽음

□ KISTI, 2020년 선도형 미래유망기술과 유망사업화 아이템

- 포스트 코로나 시대에 필요한 바이오 관련 아이템으로 디지털 헬스, 바이오 보안, 현장 진단기기, 접촉자 추적시스템 선정

2. 생명연, 2021년 10대 바이오 미래유망기술

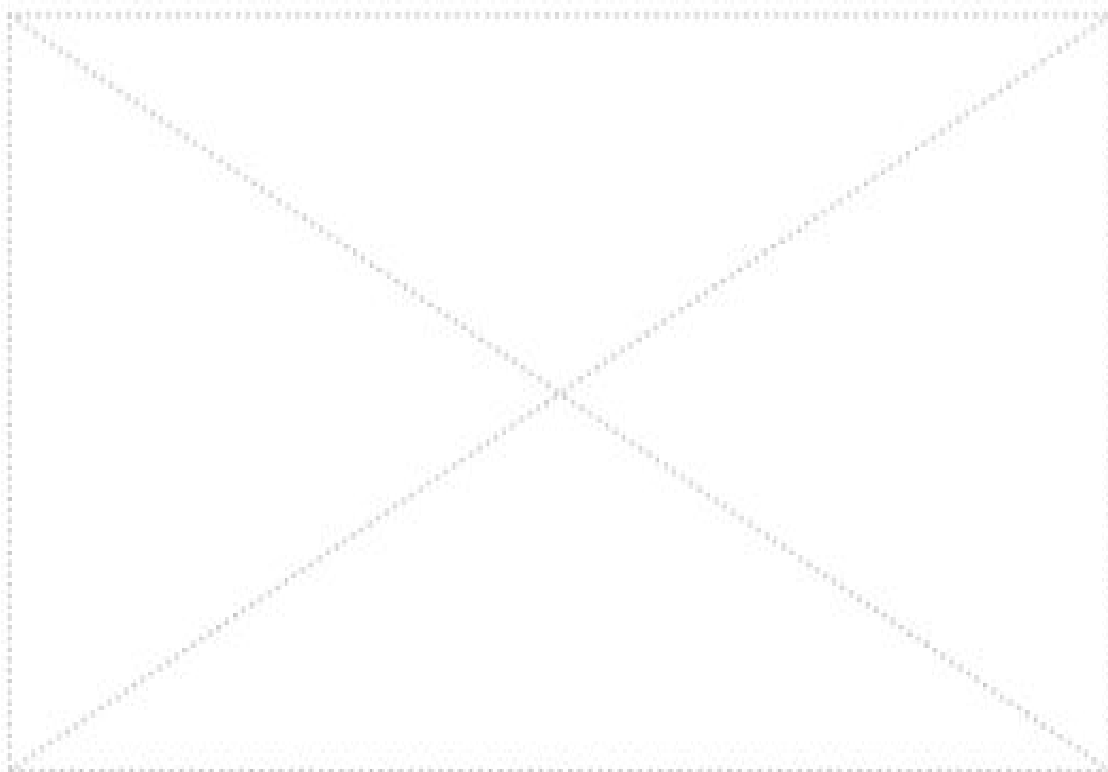
□ 바이오 미래유망기술의 정의

- 생명현상 연구(생명과학)를 기반으로 향후 5-10년 이내에 기술적 또는 산업적 실현이 가능하고, 향후 기술적 혁신성, 산업적 혁신성 및 사회문제 해결 가능성에 대한 파급효과가 높게 전망되는 기술

구분	정의
기술적 혁신성	관련 분야의 기술발전을 혁신하거나 기술적 문제해결에 영향력 발휘
산업적 혁신성	관련 분야의 산업발전을 혁신하거나 광범위한 경제력 영향력 발휘
사회문제 해결가능성	글로벌 난제, 사회문제를 해결하거나 미래이슈 대응에 영향력 발휘

□ 바이오 분야를 플랫폼, 레드, 그린, 화이트로 구분하여 유망기술 도출

- 바이오 전분야를 선도한다는 관점에서 바이오 분야를 플랫폼(Platform), 레드(Red), 그린(Green), 화이트(White)로 구분하여 미래유망기술 도출
- 이중, 플랫폼 바이오와 레드 바이오 분야에서 다음과 같은 기술이 동 사업과 관련성이 높음
 - (플랫폼 바이오) ①개인맞춤형 체외 면역시스템, ②인공지능 기반 단백질 모델링
 - (레드 바이오) ③합성면역, ④단일세포 교정기술, ⑤나노백신·나노항체



분야	미래유망기술 주요 내용	
레드 바이오 Red Bio	합성 면역(Synthetic immunity )	
		▶ 유전적으로 면역회로를 합성하여 면역세포의 활성을 높이거나 면역물질 생성을 조절하는 기술 ▶ 기존 면역세포 치료의 효능을 극대화하고, 사이토카인 방출 증후군과 같은 부작용에 대한 한계를 극복하여 감염병, 암 및 다양한 질환 치료제 개발에 활용
	단일세포 교정기술(Single cell repairing)	
		▶ 유전자 교정기술 등을 활용하여 단일세포 수준에서 질병을 치료하는 기술 ▶ 조직을 치료대상으로 할 경우 발생하는 유전자전달, 면역반응, 낮은 교정효율, 세포 이질성의 문제를 극복하고 효율적이고 안전한 치료가 가능
	나노백신/나노항체 (Nanovaccine/Nanobody )	
		▶ 나노구조체 표면에 다량, 다종의 항원을 노출시키거나, 기존 항체보다 작고 효과적인 치료제를 제작하는 기술 ▶ 크기가 작아 안정성, 용해도가 높고, 제조하기 용이하며, 조직 침투력이 높아 기존의 백신/항체치료제의 타겟이 되지 못하는 틈새 치료 영역에 적용 가능

① 개인맞춤형 체외 면역시스템(in vitro personalized immune system)

- **(정의)** 개인맞춤형 체외 면역시스템은 개인맞춤형 오가노이드(organoid: 미니장기, 유사장기)에 면역세포 공배양 등을 통해 체외에서 개인의 면역체계를 모사하는 기술
- **(현 기술 수준 및 니즈)** 인체 조직/장기의 생체모방 모델을 구현할 수 있는 단계를 넘어 모사도의 고도화는 조직을 이루는 다양한 세포의 조합이며, 이중 **면역세포의 공배양 기술은 인체 조직의 모사도를 최적화하는 시급한 기술**
 - 동물실험 대체, 신약개발 효율화 및 정확도 향상 등이 가능하고, 급성 감염병 및 만성질환에 대한 치료제 개발 가속화 가능
 - 또한, 다양한 난치성 만성 면역질환에 대한 개인맞춤형 연구가 가능하여 다양한 환자와 미충족 의료 수요를 충족시킬 수 있는 차세대 기술임
- **(요소기술)**
 - **오가노이드 분화 및 배양기술 최적화** : 각 장기에 대한 개인별 줄기세포의 자기조직화·분화 유도기술 및 인체 유사도가 높은 오가노이드 성숙화 기술, 오가노이드 장기 배양 기술 및 기능평가특성분석 기술
 - **면역세포와 오가노이드 공배양 시스템 구축** : 생체 내 면역세포-조직의 연관성 기초연구, 오가노이드 특이적인 면역세포의 공배양 및 상호작용 연구, 면역-오가노이드 시스템의 특성 분석, 장기배양 및 최적화 기술
 - **체외면역시스템의 질병 모델 구축** : 생체내 감염 유사 급성 감염모델 제작 기술, 생체내 만성질환 유사 질병모델 제작 기술
 - **개인맞춤형 체외면역시스템을 이용한 치료제 개발** : 외부의 병원체 감염의 경로 및 분자기작 분석 기술, 내부의 면역 만성질환에 의한 발병 및 분자기작 연구, 급성 감염 및 만성질환에 대한 치료제 개발을 위한 개인맞춤형 기술개발
- **(기술동향)** 글로벌 수준으로 인체의 거의 모든 장기에 오가노이드 분화·배양법이 구축되어 급격히 발전 중이나, 면역세포 공배양 기술은 시도단계
 - 오가노이드 모사도를 고도화하기 위해 다양한 종의 세포와 공배양 기술을 최적화하고 있으나, 면역세포에 대한 공배양 기술은 시도단계
 - 간세포와 쿠퍼세포의 공배양 기술은 가장 잘 알려진 사례이며, tumoroid-immune cells(암-면역세포)에 대한 공배양기술은 매우 진전됨
 - 조직 내에서 면역기능의 중요성이 급부상하므로 대학, 연구소, 기업에서 활발히 연구 중
- **(사회적 효과)** 인공면역체계 기술은 급성면역질환, 만성면역질환, 감염병에 대한 환자맞춤형 신약개발, 재생의료 현실화를 촉진하여 환자의 치료 가능성 확대
 - 다양한 오가노이드에 대한 인공면역체계를 구축하는 핵심 원천기술 확보를 통해 관련 기술분야의 선제적 우위를 점하고, 사회 전반의 건강지수 향상
- **(기대효과)** 개인별 면역 특성이 반영된 체외 시스템을 통해 면역반응의 기초연구부터 개인맞춤형 치료제 개발, 백신개발에 기여

② 인공지능 기반 단백질 모델링(AI based protein modeling)

- **(정의)** 분자물리학적 접근과 딥러닝 인공지능을 활용하여 단백질 구조뿐만 아니라, 세포내 단백질 작용을 예측하는 기술
- **(현 기술 수준 및 니즈)** 시간과 노력이 많이 필요한 기존의 실험적 단백질 구조 규명을 보완할 수 있는 정확도 높은 단백질 모델링 방법 필요, 이를 통해 신약개발 과정에서 시간과 비용 크게 단축 가능
- **(요소기술)**
 - **아미노산 연결상의 물리적 특성 예측 기술** : 인공신경망을 이용한 심층학습 활용, 단백질 내부 모든 아미노산-아미노산 연결거리 및 화학결합 각도를 예측하고 확률값 분포도 작성, 단백질 구조의 정확성 평가
 - **단백질 구조 예측 기술** : 위에서 나온 아미노산 연결 확률값을 바탕으로 아미노산이 연결된 단백질 구조를 조립한 후 모델링, 최적화 알고리즘을 이용하여 모델 최적화
- **(기술동향)** 구글 딥마인드에서 개발한 심층학습 기반 인공지능 프로그램(알파폴드 1)은 2018년 12월에 발표, 2년 뒤 [알파폴드 2]를 통해 성능을 훨씬 개선시킨 모델 발표
 - 국내에서도 단백질 모델링 연구가 이루어지고 있으며, 고등과학원 이주영교수 연구팀의 단백질 구조 예측 프로그램, 서울대 석차옥 교수 연구팀의 단백질 분자 모델링 프로그램 Galaxy가 대표적인 사례임
- **(사회적 효과)** 기존에 표적 단백질의 삼차구조 정보 부족으로 신약개발이 어려웠던 질환에 대한 신약개발 연구가 가능해질 것으로 예상
 - 암, 난치질환 등 글로벌 난제 해결 기대
- **(기대효과)** 단백질 간의 네트워크 규명을 통해 그간 알지 못했던 생명현상을 밝히고, 신속한 약물표적 발굴을 통해 신약개발의 생산성 향상 가능

③ 합성면역 기술(Synthetic immunity)

- **(정의)** 유전적으로 면역회로를 합성하여 면역세포의 활성을 높이거나 면역물질 생성을 조절하는 기술
- **(현 기술 수준 및 니즈)** 기존 면역세포 치료제의 고형암에 대한 낮은 치료 효능과 부작용에 대한 한계점 보완 필요
 - 매년 증가하고 있는 암환자의 수에 따른 효과적인 항암 치료 및 면역 최적화를 위한 혁신적인 치료 기술 필요성 대두
 - 합성면역기술은 면역학의 기초 핵심 지식 축적 외에 합성생물학, 유전자 편집, 컴퓨터를 이용한 합리적 단백질 디자인 등 다양한 혁신기술 활용 및 관련 기술의 고도화 필요
 - 해당 기술은 아직 국내에서는 연구개발단계에 있으며, 상용화를 위한 보다 적극적인 지원 및 관련 규제 정보 제공이 필요
- **(요소기술)**
 - **치료용 면역세포 엔지니어링** : 면역세포 정밀 타겟팅 기술, 치료용 면역세포 원격 제어 기술, 면역세포에 의한 암 미세환경 리모델링
 - **치료용 사이토카인 엔지니어링** : 사이토카인 수용체에 대한 친화성 및 특이성 제어 기술, 사이토카인 융합기술, orthogonal 사이토카인/수용체
- **(기술동향)** 백신과 치료제의 개발시간이 소요되는 감염병에서 체내 면역시스템을 조절하는 면

역치치료법 주목

- 암에 대해서는 많이 연구되었으나, 감염병에 대한 면역치료 접근방법은 초기단계, 현재 3종의 CAR-T치료제가 미국에서 시판 허가
- Altobioscience사는 면역치료의 효율성을 높이기 위하여 IL-15 superagonist (ALT-803)을 개발하여 다양한 종류의 암에 대한 임상시험 수행 중
- **(사회적 효과)** 코로나 19와 같은 팬데믹 감염병과 현대 의학으로 치료가 어렵고 재발율이 높은 난치성 암에 대한 미충족 의료수요 해결함으로써 사회적 비용을 절감하고 전체적인 삶의 질 향상에 기여
- **(기대효과)** 기존 면역세포 치료의 효능을 극대화하고, 사이토카인 방출 증후군과 같은 부작용에 대한 한계를 극복하여 감염병, 암 및 다양한 질환 치료제 개발에 응용

④ 단일세포 교정기술(Single cell repairing)

- **(정의)** 유전자 교정기술 등을 활용하여 단일 세포 수준에서 질병을 치료하는 기술
- **(현 기술 수준 및 니즈)** 개인맞춤형 치료를 통한 안전하고 효과적인 치료법 개발 요구, 다양한 형태의 유전자 교정 및 교정세포의 다양한 분화를 통해 치료범위 확대
 - 최상위 다발성 질환인 암, 뇌질환, 심장질환에 대한 획기적인 치료제 개발 기대감 상승, 유전질환자와 같은 사회적 약자에 대한 치료기회 확대, 안전한 치료제 니즈 대응 가능
- **(요소기술)**
 - **차세대 크리스퍼 유전자 교정 기술** : 유전자적중, 교정, 삽입, 치환 등 다양한 유전자 교정을 가능케 하는 프라임에디팅 기술, INTEGRATE나 ShCast처럼 CAR와 같이 긴 서열의 DNA를 특정 위치에 넣기 위한 유전자가위 삽입 기술, 렌티바이러스 뿐만 아니라 AAV를 통해 전달이 가능한 고효율의 미니어처 크리스퍼 시스템
 - **세포 엔지니어링 및 분화 기술** : 목적세포의 분리, 주입 및 생착 기술, 조혈모세포와 같은 줄기세포의 미분화 유지 및 체세포 기반의 탈분화 및 목적 세포로의 다양한 재분화 유도 기술, 엔지니어링된 클론의 선택(Clonal selection) 및 시험관내 클론 확장(Clonal expansion)기술, 다양한 질환에서 CAR와 같은 인공수용체 개발 기술
 - **단세포 분석 기술** : 단일세포 수준의 고민감도 유전체, 단백질, 대사체 분석 기술, FISH, CRISPR, 항체 등을 활용한 현미경 기반의 단일세포 영상분석 기술, 마이크플루이딕스, 인젝션 및 트랜스펙션 등 단일세포 전처리 기술
- **(기술동향)** 다양한 유전자교정이 가능한 프라임에디팅 기술 개발(하버드 대학) 프라임에디팅 모듈 디자인 기술 발표(하버드 의대)
 - 면역세포기반 치료제의 상업적 성공·개발 확대, NGS 및 scRNA-seq 기술 기반의 유전체 및 단백질 분석을 통해 단일세포 이질성, 분화, 약물반응 등의 연구개발, 유전자교정 줄기세포치료제 개발 가속화(변이교정, 동종이식, 효능 증대, 안전성제고) 등
- **(사회적 효과)** 사망률 상위 질환에 대한 치료 확대로 인한 건강사회 구축, 근본적 치료제가 없던 희귀 유전질환자의 삶의 질 제고
- **(기대효과)** 발생하는 낮은 유전자전달, 면역반응, 교정효율과 세포 이질성의 문제를 극복하여 효율적이고 안전한 치료 가능

⑤ 나노백신·나노항체(Nanovaccine / Nanobody)

- (정의) 나노구조체 표면에 다량, 다종의 항원을 노출시키거나, 기존 항체보다 작고 효과적인 치료제를 제작하는 기술
- (현 기술 수준 및 니즈) 팬데믹 감염병에 대해서 빠르고, 효과적으로 대응할 수 있는 백신 및 치료제 개발 필요
 - 팬데믹은 고령자와 사회적 약자에게 미치는 영향이 크기 때문에 효과적인 백신과 치료제는 국가의 사회적 안전망 확보에 필수적이며, 글로벌 경제에서 새로운 부가가치 또한 창출 가능
- (요소기술)
 - 나노물질-항원 복합체 설계 및 제조 기술 : 항원 단백질 생산 기술(재조합 단백질 합성 및 펩타이드 합성 기술 활용), 천연 중합체를 활용한 나노입자 합성 기술, 단백질 항원-나노물질 접합기술
 - 나노백신 안정성 및 투여 방법 : 내열성 백신 개발, 단일 투여, 점막투여 방법
 - 나노항체 생산 공정 기술 : 고 발현 가능 신규 벡터 시스템, 고농도 성장용 세포주 선발 및 배양 공정 기술, 고품질·고수율 정제 기술
 - 나노항체 치료제 효능 향상 기술 : 항원결합부위의 친화도(affinity) 및 특이도 개선을 통해 치료제 효능 향상, 투여량·투여횟수 조절, 체내 지속 기간 연장 기술, 투여방법 및 전달 기술
- (기술동향) 미국과 중국을 중심으로 코로나바이러스, 약물 내성 황색포도상구균 감염, B염 감염 등을 대상으로 나노입자 백신 개발 추진
 - 나노바디 치료제에 대해서는 프랑스, 미국, 영국에서 희귀질환, 코로나바이러스 등에서 개발 중
 - 2020년에 미국 NIH의 경우 인간 ACE 단백질을 세포 표면에 도입한 나노디코이(Nanodecoy)를 이용한 나노입자 치료제 기술 개발
 - 국내 투자와 현황에 대해서는 아직 확실한 자료를 얻기 어려우나, 카이스트, SK 바이오사이언스 등에서 나노입자 백신, 샤페론, 알테오젠 등에서 나노바디 치료제를 개발하고 있으나 광범위한 연구가 아직 수행되지 않은 것으로 보임
- (사회적 효과) 감염병을 사전에 예방하는 나노백신 및 치료용 나노바디 플랫폼 기술개발로 국민의 안전한 생활과 새로운 경제가치 창출에 기여
- (기대효과) 크기가 작아 안정성, 용해도가 높고, 제조하기 용이하며, 조직 침투력이 높아 기존의 백신·항체치료제의 타겟이 되지 못하는 틈새 치료 영역에 적용 가능

3. 생명연, 2020년 바이오 미래유망기술 선정

□ (분야1) 플랫폼 바이오

- (프라임 에디팅(Prime editing)) 살아있는 세포 내에서 특정 유전자서열을 고효율로 첨가, 삭제, 치환하는 기술

- (Cryo-EM 생체분자 구조분석기술) 거대 단백질 복합체, 막단백질, 세포의 입체구조를 초저온-전자현미경을 통해 분석하는 기술
- (공간 오믹스 기반 단일세포 분석기술(Single cell spatial reconstruction)) 생체 기관이나 조직 내 개별세포의 위치정보를 유지한 상태에서 오믹스 데이터를 확보하여 3차원적인 공간정보를 파악하는 기술

□ (분야2) 레드 바이오

- (조직 내 노화세포 제거기술(Senolytics)) 조직의 노화 및 기능 이상을 유발하는 노화세포를 선택적으로 제거하여 조직 항상성을 유지하고 질병을 치료하는 기술
- (실시간 액체생검(Real-time liquid biopsies)) 혈액, 소변 등에 존재하는 핵산 조각들을 분석하여 실시간 질병의 진행을 추적하는 기술

4. 생명연, 2019년 바이오 미래유망기술 선정

□ (분야1) 플랫폼 바이오

- (DNA 기록기/분자레코더(DNA writer/Molecular recorder)) 생물학적·인공적 정보를 살아있는 세포 내에서 처리하고 저장할 수 있도록 DNA를 역동적인 기록 매개체로 활용하는 기술
- (조직별 면역세포 세포체 지도(Cellomics map of tissue-resident immune cells)) 조직 특이적 면역세포의 종류, 기능 및 상호 관계를 이해하기 위해 세포체의 전체상을 파악하고 시각화하는 기술
- (자기조직화 다세포 구조(Self-organizing multicellular structures)) 합성유전회로(synthetic genetic circuits)를 설계하여 생물의 능력을 모방할 수 있는 맞춤형의 3D 구조(조직)를 제작하는 기술

□ (분야2) 레드 바이오

- (반노화성 운동모방 약물(Exercise-mimicking medicine for anti-aging)) 실제 운동을 하지 않아도 운동효과를 나타내어 근육노쇠 등 노인성질환을 예방할 수 있는 약물
- (광의학 치료기술(Photodynamic/Photothermal therapy)) 특정 파장대의 빛과 광민감제(photosensitizer)를 암세포의 내부로 도입시켜 그 빛을 이용하여 암세포를 제거하는 기술
- (암 오가노이드 연계 면역세포 치료기술(Canceroid-mediated immune cell therapy)) 암환자 세포 유래 암 오가노이드를 이용하여 환자 맞춤형 면역세포치료제를 생산하고, 이를 항암치료에 활용하는 기술

마. 보건의료데이터 플랫폼 구축관련 부처사업 현황

※ 보건의료 공공빅데이터 플랫폼 구축 현황

보건의료 빅데이터 공개 플랫폼	주관 부처	수집 범위	수집 내용
닥터 앤서	과기부	의료 생체 연구	8대 질환 : 유방암, 대장암, 전립선암, 심장질환, 심뇌혈관질환, 뇌전증, 치매, 소아희귀난치성유전질환 수집목록 : 유전정보, 생활패턴, 진단정보, 의료 영상 활용 : 데이터뱅크 제공, 개인맞춤형 정밀의료 SW 21종
라이프로그 빅데이터	과기부	의료 생체 연구	지자체(강원) 스마트헬스케어서비스 개발을 위한 코호트 데이터 수집목록 : 병원 질병별 라이프로그, 모바일 생활패턴 라이프로그, IOT 의료측정 라이프로그, 식습관 라이프로그
CODA 임상·유전체 생명정보시스템	과기부 복지부	생체 연구	제공기관 : 국립보건연구원, 국가생명연구자원정보센터, 보건의료종합정보시스템, 국가과학기술연구망 수집목록 : 임상연구데이터, 인체유래물의 오믹스데이터
국가 바이오 빅데이터 구축 시범사업	과기부 복지부	생체 연구	유전체 데이터 보유 사업, 유전체 데이터 미보유 사업으로 이분화 수집목록 : 희귀질환자 임상정보·유전체 데이터, 진료 데이터 등
보건의료빅데이터 플랫폼	복지부	의료	제공기관 : 국민건강보험공단, 건강보험심사평가원, 질병관리청, 국립암센터 수집목록 : 국민건강영양조사, 검역·결핵환자신고현황, 예방접종, KoGES 통합자료, 건강보험데이터, 암등록
K-HOPES	복지부	의료	제공기관 : 전국지방의료연합회 수집목록 : OCS/PACS/EMR/ERP 병원 업무 전반 의료서비스
G-Health 공공보건포털	복지부	의료	제공기관 : 전국 보건기관(보건의료원, 보건소, 분소, 지소) 수집목록 : 온라인 제증명 발급, 건강정보, 검사 결과
국가 암 데이터센터	국립암센터	의료 생체 연구	타겟질환 : 간암, 갑상선암, 난소암, 대장암, 신장암, 유방암, 위암, 전립선암, 췌담도암, 폐암, 구강암, 방광암, 소아청소년암, 육종암, 자궁암 수집목록 : 암종별 레지스트리, 암 유전체 데이터, 종양은행
헬스케어 빅데이터 쇼케이스 구축 사업	복지부	의료 생체	제공기관 : 한국보건산업진흥원 수집목록 : 헬스케어 데이터 및 표준, 라이프로그, 유전체, 진료 및 검진 기록, 건강보험이력 등 수집대상 : 일반인, 생활습관 개선 대상자, 암 생존자

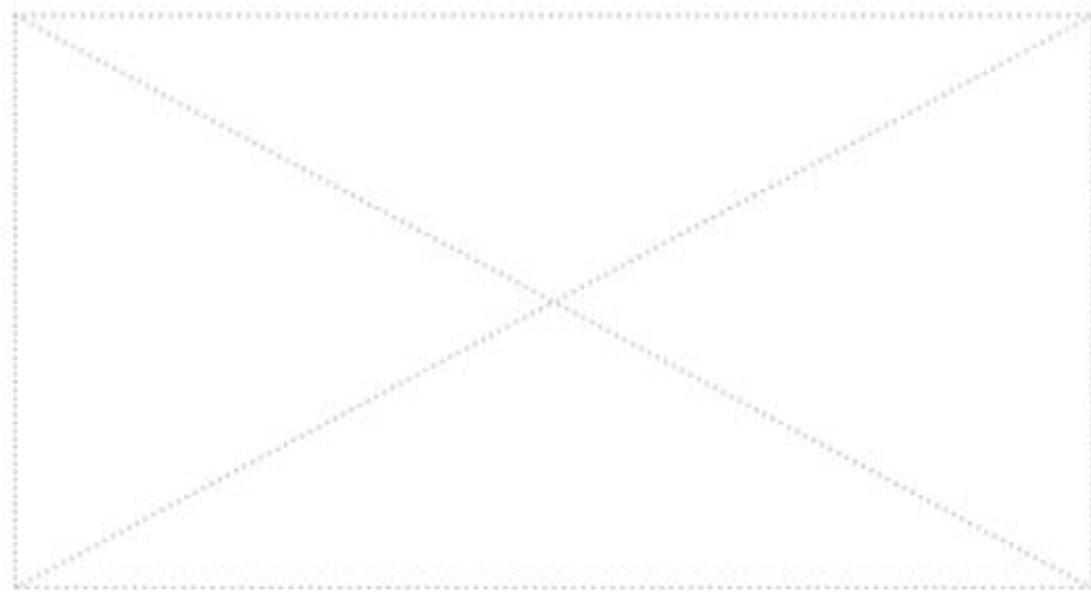
※ 한의계 빅데이터 플랫폼 구축 계획 현황

보건의료 빅데이터 공개 플랫폼	주관 부처	수집 범위	수집 내용
BRIS 생명자원정보서비스	과기부 외 17개 부처 (한의학연)	자원	수집목록: 생명자원, 자원백과, 전통지식, 농식품 관련 학술정보 - (과기부) KOBIS : 국가생명연구자원정보센터 제공 시스템 생물다양성, 생물자원, 생물정보유전체 등 - (한의학연) 나주 한약자원연구센터에서 한약자원 관련 참여 예정
KMDR 한의학연 데이터 리포지터리	과기부 한의학연	연구	동물모델 등을 활용한 효능 실험 등 연구 결과데이터 위주 축적
한의학 임상정보 빅데이터 지원센터 구축사업	복지부	의료	한의학 EMR 표준체계 개발, CDM, CPG 개발 등 빅데이터 구축을 위한 취합체계 개발 목적 대상 질환 : 안면신경마비, 화병, 족관절염좌, 견비통, 경항통, 만성요통증후군, 요추추간판탈출증, 슬통 등 한의학 다빈도질환 15개 대상

1. 한의학연, AI 한의사 사업

□ 사업개요

- ‘18년부터 진료에 도움이 되는 문헌정보를 연결해 주는 것을 시작으로, 치료법 추천까지 개발 계획을 담은 ‘인공지능(AI) 한의사’ 개발 로드맵을 수립하여 개발 착수



- 빅데이터 수집과 활용을 위한 플랫폼 구축이 포함되어 있어 환자 빅데이터를 계속 축적하고 여기에 자체 개발하는 알고리즘을 더해 서비스 수준을 높여갈 예정임

□ 추진현황

- 현재 임상데이터 수집 기반 마련을 위해 데이터 정량화 표준 프로토콜과 포맷을 통일하고, 한의학 생체지표를 현대시각으로 재분석하는 연구에 노력 중

2. 복지부, 한의약 임상정보 빅데이터 지원센터구축사업

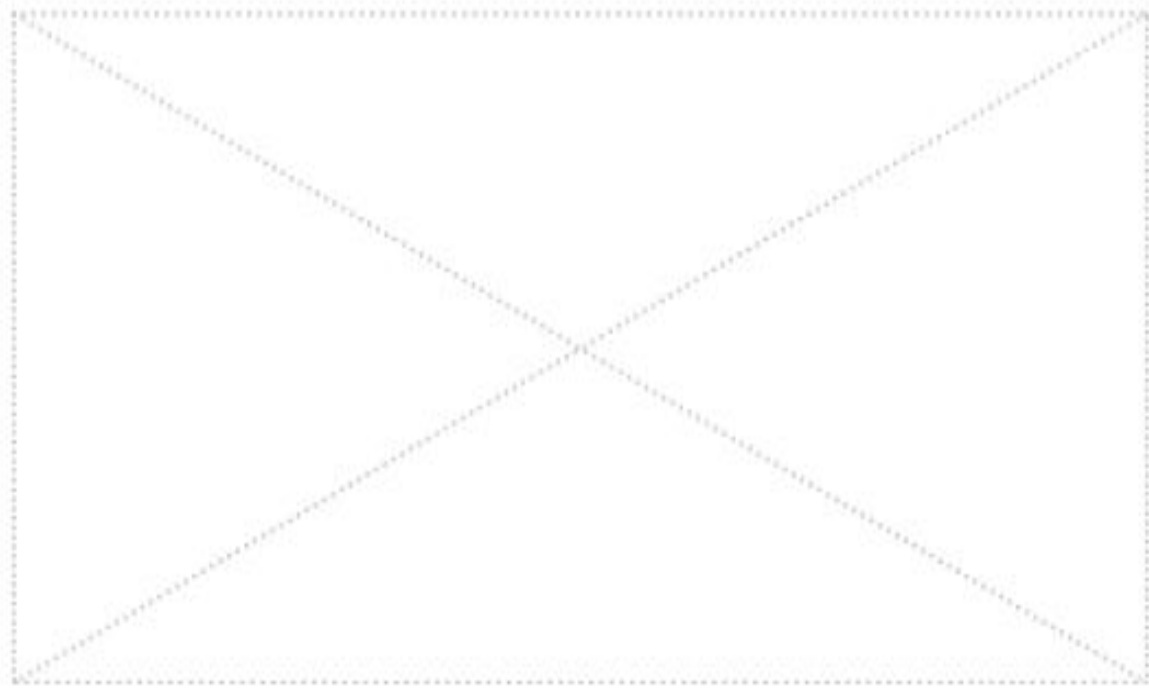
□ 사업개요

- 한의학의 의료 효율성을 높이기 위해 한의약 임상정보의 빅데이터 허브 구축
- ‘21년부터 ‘25년까지 5년간 진행되며, 한의약의 임상정보 등을 취합, 안전성/유효성 비교 연구 등을 지원할 수 있는 한의약 임상정보 빅데이터 Hub를 구축하는 것을 목적으로 함

□ 사업추진계획

- 질환별 한의표준임상진료지침(CPG)을 중심으로 한의약의 EMR(전자의무기록) 표준을 개발하고, 표

준 EMR 인증시스템을 마련해 임상정보 취합체계를 구축하겠다는 계획



<사업추진계획>

- 우선, 한의약 선도기술개발, 혁신기술개발사업에서 개발하는 질환별 한의임상표준진료지침을 용어 기준으로 해 EMR로 구현할 수 있는 표준안을 개발할 예정, 이를 종합하여 한의약 표준 EMR 인증 시스템 개발/보급 계획
- 또한, 한의약 표준인증 EMR을 사용하는 한방의료기관간에 임상정보 교류시스템을 구축해 빅데이터 인프라를 구축할 방침으로, 최종적으로는 한의약 기술의 안전성/유효성 비교연구 등을 위해 한의약 임상정보를 비식별화, 연구자에게 제공한다는 계획

10. 연구계획서 수정·보완요구사항 반영내역

첨부

연구계획서 수정·보완요구사항 반영내역

□ 과제명 : 한의 기반 미래융합의학 발전전략 수립

□ 주관연구기관(책임자) : 한국한의학연구원(구기훈 책임)

수정 · 보완 요구사항	조치사항	비고 (해당 PAGE)
국내에 포진된 연구 분야별 전문가와 관련된 네트워크 활용 및 방안을 구체적으로 제시할 필요가 있음.	- 국내 연구 분야별 전문가 네트워크 구축 및 활용과 관련하여 다음과 같은 정책적 제언 제시 - 미래융합의학 활성화 일환으로 인재양성과 함께 연구자 네트워크 구축을 위해 정부지원이 필요함을 정책적 제언으로 반영 - 사업운영에 대한 정책제언으로도 사업참여, 평가위원 등 전문가 참여유도와 생태계 저변확장을 위한 방안 제시	p.190-195
한의학만의 장점을 극대화할 수 있는 현재 미래융합기술을 탐색하고 도출하여 경쟁력이 있는지 여부를 논의할 하고, 이를 통한 발전전략 수립이 추가될 필요가 있음.	- 미래융합기술의 탐색과 도출은 향후 전략 추진시, 창의적이고 혁신적인 기술을 발굴하기 위해 Middle-up 또는 Bottom-up 방식의 접근*이 타당하다고 사료됨 - 동 기획은 정부지원의 효율성을 제고하기 위해 Middle-up 방식을 채택하였으며, 한의학의 장점을 극대화할 수 있는 연구영역을 기획위원회 운영을 통해 설정 * 해결해야 할 보건의료 및 사회현안(문제)를 제시하고, 창의적인 아이디어를 이끌어내기 위해 해결하기 위한 방법이나 기술은 연구자가 제안 * 단, 필요시 미래융합기술은 향후 사업별 상세기획시 검토·반영	p.129-141

수정·보완 요구사항	조치사항	비고 (해당 PAGE)
○ “생애 전주기 전인적 건강관리”가 미래 한의융합의학의 방향이 될 수 있는 근거가 필요함.	○ 기존 치료방법의 한계를 극복하고 보건의료 및 사회 현안을 해결하기 위해서는 새로운 접근이 필요함 ○ 이를 위해서는 전인적 건강 개념이 필요하며, 이를 과학적으로 증명하고 융합을 통해 해결하는 것이 미래융합의학의 방향임 ○ 주요 선진국에서도 생애 전주기와 전인적 관리를 전통의학 미래 R&D 방향으로 설정하고 있으며, 동 보고서에 관련 내용이 반영되어 있음 - 미국 NCCIH 전인적 건강관리, 심신치료 중심의 보완대체의료 수요 급증 - 일본 질병 발생전 예방에 중점을 두는 연구방향 추진 (미병 연구프로그램)	p.13-15, p.31-45
○ 미래융합 한의학의 SWOT 분석에 대한 상세 보강이 필요 - 고령사회 치매극복 기능유지 전인적 연구 등이 미래융합 한의학의 비전 및 전략체계의 핵심어휘가 될 수 있는 근거 필요, 또한 이에 대한 SO 전략 상세 보완 필요	○ SO 전략에 고령사회, 치매극복, 기능유지, 전인적 연구 관련 워딩 추가 반영됨 * 최소 침습적 치료, 개인특성/체질 고려, 건강상태 면역력 향상 유지에 오랜 경험과 임상근거 축적	p.132
○ 사회 현안에는 스트레스, 우울증, 불면증 등 정신질환 증가를 제시하였기 때문에 미래 한의융복합기술이 이 질환에 좀 더 경쟁력이 있다는 강점이 구체적으로 제시될 필요가 있음. - 이는 SWOT 분석과 연결성이 약해 보임. 전인적 접근이라는 한 단어로 미래 융합한의학의 강점을 이해하는데 어려움이 있음.	○ 정신질환 치료에 한의융복합기술이 경쟁력이 있다는 아래의 내용을 반영함 - 정신질환의 약물 장기 부작용 문제를 한의학적 비약물 치료를 활용한 방법으로 해결 가능* * 경혈경락 전기자극 기반 전자약, - 한의학 경락이론에 기반을 둔 한의 정신요법인 ‘감정자유도기법’의 한의치료기술 최초 신의료기술 등재	p.84 p. 131-132

수정·보완 요구사항	조치사항	비고 (해당 PAGE)
○ 추진과제(안) 수정 필요 － 추진과제(안) 표에서 정신 신경계 질환에 난치성 피부질환이 과제명으로 들어간 것은 부적절해 보임. 또한 파킨슨병은 퇴행성 뇌 질환에 속하므로 따로 과제명을 분리할 필요가 없어 보임.	○ 수정보완의견 사항을 보고서에 반영함. (피부질환 과제 구분 수정 반영) ○ 단, 퇴행성 뇌질환(한약치료)과 파킨슨병(침치료) 과제는 구분이 필요한 과제임. 실제 사업 추진시, 사업을 지원하는 약물 연구자와 침구치료 연구자가 서로 다르기 때문에 질환군이 아닌 치료기술로 과제를 구분하여 반영	p.150
○ 위원회 구성 원칙 제시와 함께 정책 제언도 잘 정리 보완되어야 할 필요가 있음. － 선행 연구나 연구동향 파악에서는 자료의 선택 원칙과 과정이 제시되는 것이 필요 － 융합의학 추진 및 활성화를 위해 필요한 정책·제도적 지원 등에 대한 내용 보완 필요	○ 위원회 구성 원칙은 아래와 같이 보고서에 반영됨 － 기획위원회는 융합 관련한 다양한 의견수렴을 위해 비한의학 비중을 절반수준 이상으로 하고, 오피니언 리더급으로 구성 － 실무위원회는 전문적인 기획 검토를 위해 기획위원회와 별도로 워킹그룹 형태로 구성 ○ 선행연구와 연구동향은 미래융합한의학 관련 연구동향을 파악하기 위해 보완대체의학 전반을 걸쳐 파악하였고, 이 분야에 가장 앞서고 있는 미국, 중국, 기타 일본을 중심으로 자료 분석함 － 그 외 융합가능한 분야를 시스템생물학 등 바이오, 뇌연구, IT(AI 등) 등으로 크게 구분하여 보완대체의학과 연계하여 연구되는 분야를 조사함	p. 5-7 p.20-128 (환경분석 전체 수정) pp.188-197

수정·보완 요구사항	조치사항	비고 (해당 PAGE)
	- 다만 아직 연구가 크게 활성화되지 않아 자료 조사에 한계가 있었으나 가능성을 파악하기 위해 가능한 많은 내용을 포괄하려고 노력함 ○ 미래융합한의학 활성화를 위한 정책제언은 추가 반영하였으며, 추후 연구현장의 목소리를 더욱 구체적으로 청취하여 반영 예정	
○ 대내외 환경분석 추가 필요(유럽 등)	○ 유럽 및 해외 주요연구기관 비교 등과 관련하여 대내외 환경 분석 추가함	p.54-128
○ 도출된 추진전략별 정부 R&D 투자 의사결정에 활용할 수 있도록 투자 전략 방향 보완 필요	○ 정부 R&D 투자의사결정에 활용할 수 있도록 투자순위 및 비중 등의 투자 전략방향을 수정·보완함	p.187
○ 바이오·의료 분야, 한의학, 융합의학 등 관련 부처별 선행사업과의 중복성 및 차별성 내용 보완 필요	○ 부처별 선행사업과의 중복성 및 차별성 내용은 수정·보완함	p.184

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 과학기술정보통신부의 공식
견해가 아님을 알려드립니다.

과학기술정보통신부 장관 임 혜 숙