『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)
교육연구팀 자체평가보고서

접수번호	4299990914148						
사업 분야	응용과학	신청분야	응용생명	단위	지역	구분	교육연구팀

학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	고분자공학	생체/의료용 고분자	재료공학	의학재료	약학	생물약학
	비중(%)	40		40		20	

교육연구팀명	
	국문) 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성팀
	영문) Human Resource Training Program for Biomaterials Customized to Silver Generation Diseases

교육연구팀장					
소 속	부산대학교 생명자원과학대학 바이오소재과학과				
직 위	헬스테크놀로지과정 전공주임				
성명	국문	황대연	전화	[redacted]	
			팩스	[redacted]	
	영문	Dae Youn Hwang	이동전화	[redacted]	
			E-mail	[redacted]	

연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 ('20.9~'21.2)	2차년도 ('21.3~'22.2)	3차년도 ('22.3~'23.2)	4차년도 ('23.3~'24.2)	5차년도 ('24.3~'25.2)	6차년도 ('25.3~'26.2)	7차년도 ('26.3~'27.2)	8차년도 ('27.3~'27.8)
	국고지원금	92	184	184	184	184	184	184	184

총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)

본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.

2022년 9월 30일

작성자	교육연구팀장	황 대 연 (인)
확인자	부산대학교 산학협력단장	최 경 민 (인)

<자체평가 보고서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="3">중심어</td><td>실버질환</td><td>맞춤형</td><td>바이오소재</td></tr>
<tr><td>글로벌 교육</td><td>창의적 교육</td><td>융합교육과정</td></tr>
<tr><td>문제해결중심</td><td>환류체계</td><td>지역연계산업교육</td></tr>
<tr><td>교육연구팀의 비전과 목표 달성정도</td><td colspan="3">○ 본 교육연구팀은 고령화시대의 사회적, 산업적 문제해결에 대한 시대적 요구사항을 충족하고 바이오소재분야 4대 인재를 양성하기 위하여 “실버질환 맞춤형 바이오소재 개발을 주도할 창의적 연구역량과 글로벌 소양을 갖춘 우수한 실무인력의 양성을 통하여 바이오소재분야의 세계 100위 대학원 진입” 을 비전으로 설정하였음.
- 인력양성목표는 초일류 바이오소재 전문인력을 양성하는 것으로 총 사업기간(8년)동안 석사 75명, 박사 34명, 신진연구인력 10명 양성을 설정함. 2차년도(2021년 9월부터 2022년 8월까지)에는 석사과정 15명, 박사과정 12명, 신진연구인력 3명 양성의 실적을 달성하였음
- 교육성과목표는 참여대학원생들에게 실버질환 맞춤형 바이오소재 전문인력양성 프로그램을 지원함으로써 최종년(2028)도 기준으로 대학원생 1인당 논문환산 편수는 0.37편, 1편당 환산보정 IF는 0.18을 설정함. 2차년도(2021년 9월부터 2022년 8월까지)에는 대학원생 1인당 논문환산 편수는 0.266편, 1편당 환산보정 IF는 0.323의 실적을 달성하였음.
- 연구성과목표는 연구의 질을 제고하기 위하여 최종년(2028)도 기준으로 참여교수 1인당 논문환산 편수는 1.79편(2년차: 1.70), 1편당 환산보정 IF는 0.322(2년차: 0.083), 연구비수주는 304백만원(2년차: 274백만원)로 설정함. 2차년도(2021년 9월부터 2022년 8월까지)에는 참여교수 1인당 논문환산 편수는 1.79편, 1편당 환산보정 IF는 0.304, 연구비수주는 304백만원의 실적을 달성하였음.
- 국제화목표는 매년 참여대학원생에게 선진대학에 단기해외연수를 지원하여 해외연구실공동연구 20건, 대학원생 국제학술대회 발표 28건, 참여교수 국제공동논문 20건을 설정하였음. 3차년도(2021년 9월부터 2021년 8월까지)에는 해외연구실과의 공동연구 1건, 대학원생 국제학술대회 발표 6건, 해외공동연구 4건의 실적을 달성하였음.</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역 성과</td><td colspan="3">○ 교육과정 구성 및 운영: 바이오소재 4대 인재상(창의, 글로벌, 융합형, 실무형 인재)의 양성을 위해, 실버질환 맞춤형 교육과정의 신설 및 이수체계 확립, 대학원생 학습역량진단 및 환류평가체계 구축, 학생중심의 석사교육과정 설계제도 구축, 박사과정의 질적 고도화를 위한 박사학위자격평가 시스템 도입 등 중점목표를 달성하기 위한 기초인프라 구축을 성공적으로 추진함으로서 참여대학원생의 심화연구 능력향상과 전문기술 습득을 위한 기반을 마련하였음. 노인의학특론 등 8개 교과목이 대학원교육과정에 2021년 3월부터 신설되었고, 석박사 대학원생 전원의 핵심역량진단 및 학습컨설팅(MLST-Ⅱ검사)를 실시하였고, 대학원 개설과목에 대한 순환적 자율개선교육(CQI)시스템을 도입하고, 4명의 박사과정 학생이 새롭게 도입된</td></tr>
</table>

	박사학위자격평가시스템에 1차적으로 참여하는 등 교육인프라 구축이 계획적으로 추진되고 있음. 교육과 연구의 선순환 구조 구축의 일환으로 대학원생 중심의 연구프로그램인 Innovation Course를 추진하여 3개팀(팀당 500만원)을 선발하여 교육과정과 연계화를 추진하였으며, 전임교원들이 대학원 강의에 100%참여하고 있음. 과학기술산업사화문제 해결과 관련된 프로그램으로 교육과정을 신설하여 운영하였고 비교과프로그램으로 대학원생들의 BSD첼린지 세미나를 통하여 창의적인 연구주제 도출을 지원하였고, PNU-Fellowship 등 다양한 창의연구프로그램을 지원하였음. ○ **인력양성 계획 및 지원**: 2022년까지 **석사과정 대학원생(15명)과 박사과정 대학원생(12명)을 양성**하였고, 석사5명과 박사1명의 졸업생을 배출하였음. 우수대학원생 확보를 위해, 학부생을 위한 Lab인턴프로그램을 구축하여 연구실 체험기회를 제공하였고(21명 참여), 학부생(18명)의 졸업논문제도와 BAF학술제(2020.11.19)를 통한 진학 동기를 성공적으로 유발하였고, SOS캠프(2021.6.3)를 통하여 대학생들과의 의사소통의 장을 마련하였으며, Lab로테이션 프로그램도 시범적으로 실시하였음. 우수대학원생 지원을 위해, 멘토링프로그램(2건)을 통하여 학문후속세대의 강의역량을 강화하였고, PNU-Fellowship 선정(2명), 우수박사수료생 지원사업 선정(1명), 글로벌 연구역량강화를 위한 연구조교 선정(4명), 석박사 학습튜더링 지원(5팀) 등을 지원하였으며, 이를 통해 BK21우수논문상 수상(1명), PNU Star(1명)이 선정되는 성과를 달성하였음. 또한, 홍보를 강화하기 위하여 사업팀 별도의 홈페이지를 구축하여 운영 중이며, BK21 FOUR News Letter(연2회)를 발간하여 배포하고 있으며, 우수성과를 달성한 대학원생에게는 인센티브 지급, 해외공동연구실 선정, 국제학술대회 참여기회 제공, 외국대학 강의수강(Study on 프로그램) 기회제공 등 다양한 지원을 하였음. - 졸업자는 식품의약품안전처, 국립암센터, 동아ST, 전남대학교 등 전공 일치도가 높은 양질의 기관에 100% 취업하였으며, 취업증진을 위해 산업체인턴 프로그램 운영, MOU체결, 우수연구기관 단기연수 등을 추진하였음 ○ **참여대학원생 연구실적의 우수성**: 대학원생의 연구 수월성 증진을 위하여, 해외석학 초청세미나, 융합연구 추진 등 연구능력을 배양하기 위한 지원프로그램, 논문게재료 교정지원, 영어논문작성법 수강 등 논문작성 능력배양을 위한 지원프로그램, 학습튜터링 등 대학원 생활적응지원프로그램을 종합적으로 추진하였음. - 참여대학원생의 대표연구 실적으로, 김민재 박사과정생은 히알루론산의 모유두 세포 증식 촉진능을 기반으로 탈모치료 플렛폼의 마이크로니들을 개발하여 **2022년 4월에 Acta Biomaterialia (IF 10.633, Materials Science/Biomaterials분야 7.6%저널)에 우수논문을 게재**함. 또한, 정재원 석사과정생은 의료기기 전문기업 덴티스와의 공동연구를 통해 새로운 식물추출물을 임플란트 표면처리제로 활용하여 치과용 임플란트의 골유착능 향상을 증명하여 **2022년 2월에 ACS Biomaterials Science & Engineering (IF 4.749, Materials Science/Biomaterials분야 7.6%저널 17위)에 우수논문을 게재**함.

	- 참여대학원생 학술대회 대표실적으로, 봉합사를 대신하는 새로운 안구용 조직 접착제를 개발하여 이혜선 박사과정생이 한국고분자학회에서 최우수 논문발표상을 수상하였고, 변비질환의 새로운 원인으로 미세플라스틱의 작용기전을 분석한 최윤주 석사과정생이 한국실험동물학회에서 젊은 과학자상을 수상하였음. - 당해연도 사업기간 동안 참여대학원생은 화살촉 형상의 마이크로니들 등 2건의 특허 출원에 참여하였고, ㈜에스엔비아에 기술이전에도 참여하여 실적이 우수하며, 국내 혹은 국제학술대회에서 총 22명의 참여대학원생이 연구결과를 발표(구두발표 1건, 포스터발표 9건)하였음. ○ **신진연구인력 운영**: 신진연구인력 1명을 고용하여 **안정적 연구 활동을 지원**하기 위하여 인프라 지원, 연구인센티브 지급 등 **제도적인 장치를 마련**하였음. ○ **참여교수의 교육역량 대표실적**: 초월적 학문이해를 바탕으로 수업 참여자가 온라인으로 지속적으로 편집함으로써 완성도 있는 지식을 만들어가는 과정, 학생주도적 학습의 개념을 갖고 있는 대학원 혁신수업모델을 개발하였으며, 독성물질관련 정보를 과학적 자료에 근거하여 접근하기 쉽고 체계적으로 관련 지식을 습득할 수 있는 '모태독성학'을 저서로 발간하였음 ○ **교육의 국제화 전략**: 대학원 영문 홈페이지의 지속적 업데이트, 학과 안내용 영문/중국어 브로셔 제작 등 외국학생 유치를 위한 활동을 강화하였고, 석박사 학습 튜터링 프로그램 확대, 영어강의 확대 등 외국인 학생 학습 수월성 증진을 위한 프로그램 구축하여 추진하였음 - 외국 연구소 및 대학과의 협력사업을 통한 인적 교류를 확대하기 위하여, 조직모사 3D 바이오프린팅을 위한 고속 경화와 면역제어가 가능한 바이오잉크 개발을 목적으로 한-인도 국제공동 연구 및 인력 교류프로그램을 추진하였고, 중국 허난대학교 약학대학과 실버질환 천연물 소재 개발을 공동으로 추진하여 국제전문학술지에 논문을 게재하였음. - 참여대학원생의 국제 공동연구를 위해, 참여대학원생 이혜선(박사과정생)은 광경화성 히알루론산의 골재생 메커니즘 연구를 위해 Harvard Medical School(미국)와의 공동연구에 참여하였고, 당해연도에 2명의 대학원생을 선발하여 Kansas University와 공동연구에 참여를 위해 절차가 진행 중임
연구역량 영역 성과	○ **연구역량 대표우수성과**: 미녹시딜 담지 및 히알루론산 기반 용해성 마이크로니들을 이용한 탈모 치료플랫폼 개발에 대한 연구성과는 2022년 4월 Acta Biomaterialia (IF 8.947 Biomedical enginnering 분야 10.67%)에 게재되었으며, 노인성 안질환에서 새로운 봉합 대체재로서 사용이 가능한 안구용 접착제를 개발한 연구논문은 2022년 4월에 Bioengineering & Translational Medicine (IF 10.711, Engineering, Biomedical 분야 3.93%)에 게재되었으며, 다수의 언론사(연합뉴스, 매일경제 등)에 소개되었음. - 기술이전 분야에서, 마이크로니들 기반 피하지방 분해 패치 및 복부비만 치료제 제조와 미더덕껍질 포함 하이드로콜로이드 막의 제조 등에 대한 기술은 전문기업에 이전하여 당초 목표를 20%이상 초과 달성(37,500천원)하였으며, 조직부착형 생

	분해성 마이크로젤 제조 기술에 다양한 약물을 전달할 수 있는 플랫폼으로 개발하여 특허를 출원하였음. ○ **연구역량 실적**: 참여교수진은 **1인당 환산편수 1.79(2차년도 목표: 1.7), 1편당 환상보정 IF 0.322(2차년도 목표: 0.083), 평균 연구비 수주액 304백만원(2차년도 목표: 274백만원)을 달성하였음. 1인당 특허등록 환산건수 0.75건, 기술이전액 37.5백만원을 달성**하였으며, 특히 환산보정 IF가 목표대비 4배 증가하였고, 상위 10% 논문편수가 4편으로 논문의 질적 수준 향상을 위한 목표에 부합되도록 사업이 추진되고 있음. ○ **산업·사회에 대한 기여도**: 실버세대에서 심각한 사회질환으로 연구되고 있는 피부노화분야에서 피부노화 방지용 화장품이나 의약품의 소재를 개발하였으며(Antioxidants, 11:1317), 50세 이상에서 발병율이 높은 대장염에 대한 새로운 치료제를 개발하여 작용기전을 규명하였음(Molecules, 27:737). 또한, 실버맞춤형 약물전달을 위한 마이크로니들기반 무통 백신 패치를 개발하였고, 효능평가를 실시하여 저비용 백신 접종 시스템을 구축하였으며(Vaccines, 10(4):561), 실버질환에서 세포, 생체재료 및 바이오분자를 포함한 바이오잉크를 이용하여 인체의 조직과 유사한 3차원 구조체를 제작할 수 있는 기술을 개발을 통해 실버질환산업 경쟁력 확보에 기여하고 있음. ○ **연구의 국제화 실적**: 참여교수진은 지난 1년간 국제 학술회의 수상 1건과 국제학술회의 초청강연, 좌장, 조직위원 등에 참여하였고, 국제학술지 편집위원, 리뷰어 등의 활동을 통하여 **연구의 국제화를 지속적으로 수행**하고 있음. 국제공동연구를 확대하기 위해, **해외 연구자 초청강연(3회), 국제공동연구 실적(SCI논문 4편) 등의 실적을 달성함.**
달성 성과 요약	○ 인력교육양성: 석사과정생 15명(최종 75명), 박사과정생 12명(최종 34명), 신진연구인력 3명(최종 10명) ○ 대학원생 연구역량: 1인당 논문환산편수: 0.266(최종 0.37), 1편당 환산보정 IF: 0.323(최종 0.18) ○ 교수 연구역량: 1인당 논문환산편수: 1.79(2차년도 1.70), 1편당 환산보정 IF:0.322 (0.083), 1인당 국책연구비 수주 : 304백만원(2차년도 274백만원) ○ 국제화역량: 대학원생 해외연구실공동연구 : 1건(최종 20건), 대학원생 국제학술대회발표: 6건, 교수 국제공동논문 : 4건(최종 20건) ※ (괄호안)은 최종 혹은 2차년도 목표치를 나타냄.
미흡한 부분 / 문제점 제시	○ 국제화분야의 대학원생 해외연구실공동연구 달성 보완 추진 예정 **최근 코로나환자의 급증**으로 인해 외국과의 교류가 침체하여 참여대학원생의 해외연구실공동연구는 수행이 어려움이 있으나 2022년부터 단계적으로 현실화하여 추진할 예정임. ○ 연구역량 영역에서 **논문환산편수 계산방식 변경**으로 직접 비교 어려움. 대학원생 및 참여교수의 1편당 환산보정 IF는 계획서 제출당시 계산방식이 최근에 온라인시스템(JCR)의 변경으로 인하여 직접적인 비교가 불가능하여 향후에는 새롭게 개편된 계산방식을 적용하여 실적자료를 산출하고자 함.

차년도 추진계획	**○ 교육역량 영역** - 3차년도 사업실적을 기반으로 4차년도에는 **실버질환 맞춤형 교과목 신설, 대학원생 학습역량진단 및 환류평가체계 구축, 학생중심의 석사과정교육과정 설계제도 운영, 박사과정의 질적 고도화를 위한 박사학위자격평가 시스템 운영** 등의 내실화를 추진하고자 함. - **대학원생의 연구 수월성 증진 및 국제화**를 위해, 석·박사과정 참여대학원생에 정기적인 장학금 지급, 우수박사수료생 연구지원, 글로벌 연구역량 강화를 위한 연구조교 지원, PNU-Fellowship과정 지원, Innovation Course 참여지원, 해외 우수연구기관에서의 단기연수(매년 500만원) 지원, 영어논문 교정지원, 국제학술대회 참석지원, 연구의 질을 높이기 위한 성과급 제도(분야별 상위 10% 논문 및 IF합계 우수자에게 인센티브 지급) 도입 등을 추진하고자 함. - 신진연구인력의 안정적 연구 활동과 후속세대 양성을 위한 프로그램을 지속적으로 지원함으로서 인력 배출을 촉진하고자 함. **○ 연구역량 영역** - 참여교수의 연구목표 달성을 위해, 논문, 연구비수주 등 추진 목표 및 현황 등에 대한 **분기별 모니터링을 통한 관리전략을 수립하여 추진**하고, 실버질환 맞춤형 소재의 원천기술 확보, 국제인증 연구인프라를 활용한 비임상 기초연구 고도화, 인체시료를 활용한 임상 응용연구 확대, 저명 해외 연구자 및 연구기관과의 **국제 공동연구 활성화를 추진**하고자 함. - 산업·사회에 대한 기여도 증진을 위해 3차년도 수행된 결과를 바탕으로 실버세대 다발성 장질환, 피부노화, 안구질환 등에 대한 맞춤형 바이오소재 개발을 수행할 예정이며, 마이크로니들 백신을 개발하기 위한 실용화기술을 개발하고, 3D 바이오프린팅을 이용한 즉석 조직재생기술을 개발하여 고령화시대의 산업 및 사회문제 해결에 기여하고자 함. - 연구의 국제화를 위해 국제활동을 지속적으로 수행하고, **국제공동연구를 확대**하기 위해, 벤치마킹한 외국 기관과의 국제협력 MOU 체결, 연구자 교류 프로그램 실시, 해외연구자 초빙 및 초청강연 등을 적극적으로 수행할 예정임.

Ⅰ 교육연구팀의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀장의 교육・연구・행정 역량

성 명	한 글	황대연	영 문	Hwang Dae Youn
소 속 기 관	부산대학교 생명자원과학대학 바이오소재과학과			

1.1 교육팀장의 교육역량

○ 본 교육연구팀장인 황대연 교수는 2008년부터 15년 동안 부산대학교 바이오소재과학과에 재직하면서 우수한 석 · 박사 인력을 배출하였으며 현재 석사과정 4명, 박사과정 4명의 대학원생, PostDoc 1명을 확보하고 있음. 창의적 융합인재 양성을 위해 단과대학 내 5개 학과가 참여하는 헬스테크놀로지협동과정을 설립하고, 전공주임을 맡아 교육과정 확립, 학과 규정 신설 등을 성공적으로 추진하였음, 국내저서 · 역서 20편, 해외저서 3편을 발간하였고, 강의평가위원회 위원, 입학공정관리위원회 위원, 교수학습지원센터 운영위원회 위원 등을 역임하면서 대학교육에 대한 다양한 교육시스템 경력을 보유함.

구분	석사배출		박사배출	
	학생수	주요 취업처	학생수	주요 취업처
합 계	28명	한국화학연구원, 국립암센터, 대구첨단의료산업진흥재단 등	3명	한국기초과학지원연구원 등

1.2 교육팀장의 연구역량

○ 최근 3년간 SCI급 논문 52편, KCI급 논문 24편을 게재하는 등 연구수행을 위한 충분한 역량을 보유하고 있음. 발간한 논문 중에서 2019 ~ 21년에는 의학분야의 상위 10%이내 저널인 Science Advance (IF 12.084), J Colloid Interface Sci(IF 7.489), Antioxidnat(IF 6.312), Int J Mol Sci(IF5.923), FASEBJ(IF 4.99) 등에 우수논문을 게재하였으며, 파이토케미컬로 표면처리된 금나노입자 등 18건의 특허를 등록하였음.

구분	2019년		2020년		2021년	
	SCI급논문	KCI급논문	SCI급논문	KCI급논문	SCI급논문	KCI급논문
주저자	10	4	11	4	9	4
공저자	8	6	11	3	3	3
합 계	18	10	22	7	12	7

○ 연구수행에 필요한 정부연구과제, 산업체연구과제 등을 적극적으로 신청하여 2019년 389백만원, 2020년에는 538백만원, 2021년에는 664백만원의 연구비를 수주하였음. 또한, 산학협력연구를 위해 동국제약㈜(의약품 개발협력 연구), ㈜강림오가닉(혈행개선 융합제품개발 연구), ㈜알고비탈코리아(화장품 등 개발) 등 다양한 공동연구를 수행하여 우수한 성과를 달성하였음.

구분	2019년		2020년		2021년	
	수주건수	수주금액	수주건수	수주금액	수주건수	수주금액
합 계	3	389,333천원	5	538,618천원	6	664,016천원

1.3 교육팀장의 행정역량

○ 부산대학교에서 생명자원과학대학 부학장(2017-2019년), 바이오소재과학과 학과장, 헬스테크놀로지협동과정 전공주임, 생명산업융합연구원 부원장 등을 역임하였고, 현재 본부 기획부처장과 청정실험동물센터장에 재임중 이며, 2013년 국립대학 최초로 AAALAC 국제인증을 획득하는 등 다양한 분야의 대학교육 행정역량을 갖추었음.

○ 식품의약품안전처에서 보건연구사/보건연구관으로서 12년을 재직하면서 대형국가과제관리, 행정조직관리, 법률제도관리 등에 대한 경험을 갖고 있어 행정처리에 대한 능동적 대처능력을 보유하고 있음.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구팀 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
바이오소재과학과	21년 2학기	6명	3명	50	
	22년 1학기	6명	4명	67	

<표 1-2> 최근 1년간(2021.9.1.~2022.8.31.) 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	해당없음				

<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
바이오소재과학과	21년 2학기	15	5	33.3	10	4	40.0	0	0	0	25	9	36.0
	22년 1학기	13	5	38.5	11	4	36.4	0	0	0	24	9	37.5
참여교수 대 참여학생 비율													

2.1 교육연구팀 참여교수 증원

○ 본 사업팀에서는 대학원 교육프로그램의 원활한 운영, 대학원생의 직속적인 확보, 융합연구의 활성화, 연구성과의 극대화, 기업프로그램의 확대 등을 종합적으로 추진하기 위하여 **바이오소재과학과 서성백 교수를 2021년 1월부터 BK21 FOUR사업 참여교수로 추가**하였음.

- 서성백 교수는 최근 3년동안 SCI급 논문 16편을 게재하는 등 우수한 연구성과를 달성하고, 석사과정 3명의 대학원생을 보유하고 있으며, 3개의 정부과제를 수행하고 있어 교육연구팀에 크게 기여할 것으로 판단함.

○ 참여교수의 증원을 통하여 본 교육연구팀은 바이오분야 참여교수 2명(황대연, 안범수)와 고분자분야 참여교수 2명(양승윤, 서성백)으로 보다 효율적인 연구팀으로 개편되었으며, **바이오소재과학과 내에 전체 6명의 교수 중 60% 이상인 4명이 BK21 FOUR사업에 참여**하게 되어 **우수한 시스템으로 도약하는 발판을 마련**하였음.

2.2 신진연구인력 채용

○ 1차년도 신진연구인력의 양성을 위하여 사업팀 전담 계약교수로 장미란 박사를 채용하였음. 채용된 장미란 박사는 덕성여자대학교 식품영양학과를 졸업하고 동 대학원에서 석사와 박사를 마치고 미국 퍼듀대학교에서 기능성 소재를 이용한 연구를 수행하여 우수한 연구성과를 도출하였으며, 경인여자대학교.,에서 2012-2013년에 시간강사를 경험한 경력을 보유하고 있음. 채용 이후 노인성 질환의 치료에 유용한 새로운 소재인 꼬마선충을 이용하여 발굴 및 작용기전 연구, 참여교수와의 공동연구 전략 수립, 정부연구과제 신청, 사업단 홈페이지 구축, 사업단 워크샵 추진, 사업단 행정편람 제작 등의 업무를 수행함. **2021년 3월부터 인제대학교 식품영양학과 교수로 채용되어 정규직으로 취업**함.

○ 2차년도 신진연구인력의 양성을 위하여 사업팀 **전담 계약교수로 박소해 박사를 채용**하였음. 채용된 박소해

박사는 계명대학교 식품영양학과에서 학사와 석사를 졸업하고 부산대학교 식품영양학과에서 박사학위를 취득하여 부산대학교 노인생활연구소, 김치연구소, 웰빙제품연구센터 등에서 연구원으로 근무한 경력이 있으며, 부산대학교 식품영양학과에서 시간강사를 수행한 경험이 있음. 채용 이후 천연물의 성분분석이나 약물 전달과정에서 약물 분석 등의 공동연구를 수행 중이며, 정부연구과제 신청, 연구성과 모니터링 시스템 구축, 사업단 기업워크샵 추진, 연차보고서 작성 등의 업무를 수행하고 있음.

2.3 학생참여인력 현황

○ 2차년도에는 전체대학원생 25명 중 9명이 참여하여 36%의 참여율로 사업팀을 운영하였음. **석사과정 학생은 총 15명의 학생 중에서 5명이 BK21 FOUR사업에 참여**하여 33.3%의 참여율을 나타내었고, **박사과정 학생은 총 10명의 학생 중에서 4명이 참여**하여 40%의 참여율을 나타냄. 따라서 예산부족으로 인하여 전체 학생에 비하여 참여학생이 적은 상황으로 향후 예산을 증액한다면 참여학생을 늘릴 예정임

○ 3차년도에는 전체대학원생 24명 중 9명이 참여하여 37.5%의 참여율로 사업팀을 운영하였음. **석사과정 학생은 총 13명의 학생 중에서 5명이 사업에 참여**하여 38.5%의 참여율을 나타내었고, **박사과정 학생은 총 11명의 학생 중에서 4명이 참여**하여 36.4%의 참여율을 나타냄. 학생 참여현황은 1차년도와 매우 유사한 상황임.

2.4 행정전담인력 채용

○ 1차년도부터 사업단의 **예산 및 행정업무를 전단하는 인력을 채용하여 운용** 중임. 예산 부족으로 인하여 전일제 인력을 고용하지 않고 시간제 인력을 고용하여 효율성을 극대화하고 있으며, 고용된 배아름 선생은 사업팀의 공문서 수발, 예산편성 및 집행, 홈페이지 관리, 비교과프로그램 신청지원 업무 등을 수행하고 있으며, 사업팀 사무실의 운영관리 업무도 수행 중임.

3. 교육연구팀의 비전 및 목표 달성정도

3.1 교육연구팀의 비전 및 목표(교육, 연구, 국제화 등) 대비 실적

○ 본 교육연구팀은 고령화시대의 사회적, 산업적 문제해결에 대한 시대적 요구사항을 충족하고 바이오소재분야 4대 인재를 양성하기 위하여 **“실버질환 맞춤형 바이오소재 개발을 주도할 창의적 연구역량과 글로벌 소양을 갖춘 우수한 실무인력의 양성을 통하여 바이오소재분야의 세계 100위 대학원 진입”** 을 비전으로 설정하였음.

1) 인력양성목표는 초일류 바이오소재 전문인력을 양성하는 것으로, 총 사업기간(8년)동안 **석사 75명, 박사 34명을 배출하고, 신진연구인력 10명**을 양성하는 것으로 설정하였음. 2021년 9월부터 2022년 8월까지 2차 년도에는 **석사과정 5명, 박사과정 4명, 신진연구인력 1명의 실적을 달성**하였음

2) 교육성과목표는 참여대학원생들에게 실버질환 맞춤형 바이오소재 전문인력양성 프로그램을 지원함으로써 최종년(2028년)도 기준으로 대학원생 **1인당 논문환산 편수는 0.37편, 1편당 환산보정 IF는 0.18**을 설정하였음. 2021년 9월부터 2022년 8월까지 **대학원생 1인당 논문환산 편수는 0.266편, 1편당 환산보정 IF는 0.323을 달성**하였음.

3) 연구성과목표는 연구의 질을 제고하기 위하여 최종년도(2028년) 기준으로 참여교수 **1인당 논문환산편수는 1.87편(1차년도 1.7), 1편당 환산보정 IF는 0.091(1차년도 0.083), 연구비수주는 300백만원(1차년도 274백만원)**을 목표로 설정하였음. 2021년 9월부터 2022년 8월까지 2차년도에는 **참여교수 1인당 논문환산 편수는 1.79편, 1편당 환산보정 IF는 0.322, 연구비수주는 304백만원의 실적을 달성**하였음.

4) 국제화목표는 매년 참여대학원생에게 선진대학에 **단기해외연수를 지원하여 해외연구실 공동연구 20건(2028년)**을 달성하고, **28명의 대학원생에게 1인당 150만원**을 지원하여 **대학원생 국제학술대회 발표 28건(2028년)**을 설정하였음. 2021년 9월부터 2021년 8월까지 1차년도에는 **해외연구실과의**

공동연구 0건, 대학원생 국제학술대회 발표 6건의 실적을 달성하였음.

3.2 저명대학 벤치마킹 대상과의 비교 분석을 통한 우수교육프로그램 시스템 도입

○ 본 교육연구팀이 지향하고 있는 비전과 목표에 적합한 교육과정/학사관리 체계를 가지며, 연구분야가 유사한 세계 우수 대학원을 선정・분석하고, 교육과정/학사관리를 벤치마킹하고자 함. 이를 위해 **미국의 워싱턴대학, 캐나다 토론토대학, 퍼듀대학교를 벤치마킹 대학으로 선정하고 분석**하였음.

1) **워싱턴 대학교 바이오공학** 대학원의 경우, **대학원생의 관련분야 최초진입 및 진로설계에 대한 가이드라인을 구체적으로 제시**하고 있음. 아래 그림과 같이 학위과정의 범위와 기술분야(생체적합성 임플란트, 종이기반 진단기술, 바이오센서, 스마트 치료기술 등)를 구체적으로 제시함으로써, 대학원생이 진로설계에 대해서 입체화하도록 교육하고 있음. 대학원 프로그램만의 연보(annual report)를 발간함으로써, 대학원생의 연도별 추이, 교육과정의 변화, 연구비, 연구논문 실적 추이를 한 눈에 바라볼 수 있도록 하고 있음. Graduate Research Day와 같은 단순한 워크샵 형태가 아닌 대학원생과 교수와의 소통 활로를 만들고, 대학원 교과과정 및 학사관리를 소개시켜줌으로서 대학원 생활을 원활하게 해주고 있음.

2) **토론토 대학교** 바이오소재/의생물공학 대학원의 경우, **석사 학위과정을 학문(Research, 2년) 위주와 취업산업(Professional, 1년) 으로 구분하여 운영**하고 있음. 공동연구 특화된 자격증을 취득하게 함으로써, 추후 취업에 도움이 되도록 하고 있음

3) **퍼듀대학교**의 의생공학 대학원 교육과정을 살펴보면, **PhD qualifying procedure를 세분화함**(Phase I: 대학원생 포트폴리오 평가 - Phase II: 학위과정간 연구계획 미팅 - Phase III: 예비학위과정시험)으로써 체계적인 교육과정이 이루어지도록 구성되어 있음

4) **하버드 의과대학**의 박사과정 프로그램에서는 Bootcamp형태의 신입생 교육기간을 별도로 설정해 놓으며, **교수의 진로설계인터뷰 - 수업활동 - 실험실 로테이션 - 조교경력 - 실험실 결정의 단계를 거치게 구성**되어 있음. 개인별 경력 플랜 form을 작성하여, 지도교수와 상의를 거쳐 대학원생 개개인의 경력개발이 체계적으로 가이드하게 됨.

○ 이러한 벤치마킹 자료를 기반으로 본 교육연구팀에서는 학부생 Lab 인턴프로그램 구축, 학생중심의 석사과정교육과정 설계제도 마련, 박사과정의 질적 고도화 시스템을 확립하였음.

1) **학부생의 Lab 인턴프로그램 구축 및 운영**은 학부생의 대학원 진로를 유도하고, 우수 연구인력을 확보하기 위한 Lab 인턴프로그램 구축하고, 타임라인 가이드라인을 통하여 프로그램을 체계적으로 운영하고자 함. 이를 위해, 연구실 소개(2개월 로테이션 프로그램을 통해 연구실을 경험하도록 함), 연구실 선정 (선정을 위한 선배와의 멘토링, 자료 제공), 졸업연구논문 과정 (실험에 대한 흥미, 가치를 유발하여 동기부여 제공), 졸업연구논문 결과 발표 (실험/연구에 대한 자신감 향상 및 성취감 고취), 대학원 인턴 및 진학 (선정된 연구실에 대학원생 프로젝트를 공동으로 진행) 등의 순서로 운영하고자 시스템을 2020년 하반기(1차년도)에 확립하였음. 2020년 겨울방학에는 10명, 2021년 여름방학에 11명의 인턴 학생들이 프로그램에 참여하여 성공적으로 수행되고 있음. 또한, 단과대학에서 추진하는 썸머/윈터스쿨도 활용하여 2020년 겨울방학에는 9명, 2021년 여름방학에 11명의 학생들이 프로그램에 참여함.

2) **학생중심의 석사과정교육과정 설계제도 마련**은 학생 스스로가 희망하는 진로에 기반하여 대학원 석사과정 플랫폼을 설계할 수 있도록 학생중심의 석사교육과정플랫폼을 연계심화과정 플랫폼과 실무형인재양성 플랫폼으로 세분화하는 시스템을 2020년에 확립하였음. 현재 2021년 2학기부터 석사과정 학생들이 플랫폼을 선정할 예정이며 이에 따라 진로설계 프로그램을 운영할 예정임.

3) **박사과정의 질적 고도화를 위해 박사학위자격평가 시스템을 도입**하기 위하여 프로그램을 2020년

(1차년도)에 확립함.

- 학위자격평가 시스템을 도입하여 **stage Ⅰ(진로설계평가)**: 박사학위 대학원생의 포트폴리오(연구기술에 대한 테크닉, 지식기반으로 향후진로 설계, 커리어 계발) 작성 및 지도하고, **stage Ⅱ(박사학위 연구주제 계획발표 및 모니터링)**: 학위, 주제 선정배경, 필요성, 실험계획, 예상성과 결과, 과학적 가치 등에 대한 발표 및 지도, 연차별 연구진행상황 리포트 작성 및 발표-커미티와 상의하여 연구주제계획에 대한 진행상황을 점검 모니터링하고 지도하도록 확립함. **stage Ⅲ(박사학위 연구결과 발표)**: 연구설계 타당성, 연구결과의 과학적 해석, 연구결과의 가치, 의미, 논문작성의 적절성, 발표능력에 대한 피드백을 실시하고, 진로 설계평가와 연관된 학위논문 결과를 연계한 대학원생 지도. 향후 본인의 진로 계획에 대해 코칭 및 상담을 실시하도록 확립함
- 2021년도 1학기에 **박사과정 대학원생**(김민재, 김다솜, 김소담, 이혜선) **4명에 대한 평가 커미티를 구성**하여 (바이오 1명, 소재 1명, 외부 1명 : 총 3명) **연구계획에 대한 발표**를 실시하여 자격평가를 완료함.

3.3 국제공동연구 성과 달성을 위한 애로 사항

○ 2019년부터 현재까지 국내·외적으로 COVID-19 급격한 확산과 장기화로 외국과의 지속적인 교류가 중단되어 국제화 부분의 대학원생 국제공동연구 성과가 미비함. 참여대학원생이 외국의 기관에 15일 이상 방문하는 단기해외연수는 현실적으로 불가능한 상황임. 2020년에는 자가격리기간 14일을 준수하는 문제 등으로 불가능했다면 2021년에는 델타바이러스 변종이 전세계적으로 유행하면서 학생의 안전과 방문기관의 거부 등으로 인해 어려움을 겪고 있음. 따라서 이러한 문제는 모든 사업팀에서 공통적으로 직면한 문제이므로 평가에서 제외하는 것이 합리적인 방안으로 사료됨. 혹은 다른 성과지표를 대안으로 일괄적으로 제시하여 줄 필요가 있을 것으로 사료됨.

II 교육역량 영역

□ 교육역량 대표 우수성과

○ 참여교수 교육대표실적: 서성백 교수의 “대학원 혁신수업모델의 수업 적용”

1) 대학원 혁신수업모델의 창의성 · 혁신성

- 2차년도 개발한 온라인 기반 TBL의 수업모델인 “초학문 사전 (Transdisciplinary-pedia)” 을 2022년 2학기 (9월~12월) 대학원 수업에 적용하여 그에 따른 효과와 개선점을 찾았음.
- 적용한 대학원 교과목은 ‘치의료용 임플란트소재 특론’ 으로써 12명이 수강하고, 4팀으로 나누어 팀별 과제를 진행함.
- 치의료용 임플란트소재는 생체이식용 소재(고분자, 금속류, 세라믹류)기반의 재료과학, 생체반응작용 기반의 생명공학 및 조직공학의 지식을 필요로 하는 융합학문으로써, 본 교과목의 배경 및 지식을 이해하기 위해서는 생물학, 소재학 및 조직공학 학문의 경계를 넘나드는 지식과 정보를 요구함.
- 위키피디아, 나무위키와 같은 인터넷 사용자들이 내용을 공동으로 수정·편집할 수 있는 온라인 플랫폼을 활용하여 학생 개개인이 알고 있는 지식과 정보를 보완해 가며 학생주도적인 학습이 되도록 했음.
- 공동으로 수정·편집할 수 있는 특징을 활용하여 팀별과제를 부여하여 개인이 갖고 있는 정보를 업데이트했음. 다른 팀원들의 정보를 확인·보완해 가면서 완성도 높은 초월학문적인 지식과 정보를 만들어 나가도록 했음.
- 팀별 토의 및 과제를 통해, 명확성(정확한 정보 및 지식이 명확하게 설명되었는가), 구체성(구체적인 정보와 참고문헌이 사용되었는가), 완성도(기본 배경지식, 참고 연구문헌, 사진, 영상이 적절히 구성되고 배치되었는가), 피드백에 대한 대응(교수자의 피드백/가이드라인에 따라 올바르게 고쳐가는 과정을 수행했는가)를 평가했음.

2022학년도 1학기 교수계획표

교과목명	치의료용 임플란트소재 특론	교과목번호		분반	
개설학과	바이오소재과학전공	개설학년	전 학년	학점-이론-실습	3.0 - 3.0 - 0.0
강의시간 및 강의실	목 09:00-12:00				
담당교수	서성백	연구실 (상담가능장소)		상담시간	
		연락처		이메일	sbseo81@pusan.ac.kr
수업방식	혼합 강의식, 온라인/오프라인 팀별과제 (토의, 발표)				
평가방법	팀별과제 (70%) 개인별 리포트 (30%)				
선수교육 및 지식					
교수목표	- 팀별 주제선정, 기본 배경지식, 정보 조사 - 연구논문 조사, 이해				
강의개요	* 장애학생의 경우 장애학습지원센터와 강의 및 과제에 대한 사전 협의가 가능합니다.				

교과목과 핵심역량과의 관계

부산대학교 8대 핵심역량	글로벌문화역량	소통역량	융복합역량	융합역량	봉사역량	인성역량	기초지식역량	고등사고역량
			O	O				

교과목에 따른 핵심역량

학과 핵심역량		교육방법
3	- 학생자신의 연구 전공분야와 타 학문의 지식을 통합하여 통섭적 사고를 할 수 있는 능력	- 초학문(Transdisciplinary) 팀별과제를 통해 개개인의 배경지식과 정보를 완성하는 형태
6	- 자기계발이 필요성을 인식하고 지속적으로 자기 주도적으로 학습할 수 있는 능력	- Pedia(공동으로 정보를 수정 편집 가능한 사전)식 팀별과제 를 자기 주도적 학습 유도

교재 및 참고자료

주교재	
참고자료	- Wikipedia, 나무위키, Chemist Tree

주별 강의계획

주차	강의 및 실험 실기 내용	과제 및 기타 참고사항
제1주	오리엔테이션(교수계획, 수업방법, 평가방법 안내), 팀구성	
제2주	팀별 토의 (1)	
제3주	팀별 과제 수행 (1)	
제4주	팀별 과제 수행에 대한 피드백 (1)	
제5주	팀별 토의 (2)	
제6주	팀별 과제 수행 (2)	
제7주	팀별 과제 수행에 대한 피드백 (2)	
제8주	팀 발표 및 개인별 리포트 제출 (1)	
제9주	팀별 토의 (3)	
제10주	팀별 과제 수행 (3)	
제11주	팀별 과제 수행에 대한 피드백 (3)	
제12주	팀별 토의 (4)	
제13주	팀별 과제 수행 (4)	
제14주	팀별 과제 수행에 대한 피드백 (4)	
제15주	팀 발표 및 개인별 리포트 제출 (2)	
제16주		
첨부파일		

2) 교육대표실적과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

- 개발한 수업모델을 2022년 2학기, 9월~12월까지 수업(치의료용 임플란트소재 특론)에 적용하여, 실버질환 맞춤형 바이오소재에 부합하는 임플란트 소재에 대한 융합전공과목을 12명의 수강생이 이수함.

○ **대학원생 연구실적 대표 우수성과: 이혜선 대학원생의 “광경화형 순간 안과 접착제 개발”**

(논문 제목: User-demand fast-curable ocular glues enforced by multiength tunable networks)

1) 대표연구업적물의 창의성 · 혁신성

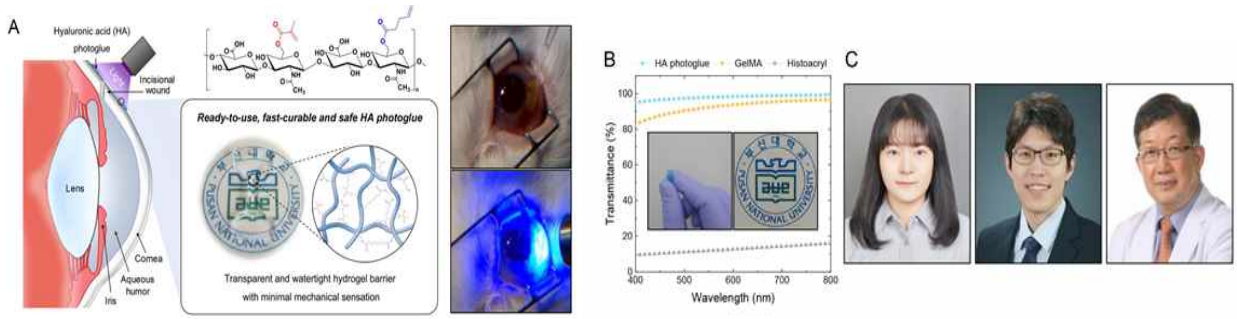
- 본 연구는 안질환 수술과정에서 발생하는 봉합과정을 개선하기 위하여, 생체고분자에 광경화그룹을 도입하고 안전한 저출력 빛으로 순간적으로 조직접착이 가능한 안구용 조직접착제 개발에 관한 연구임. 고령인구가 많아짐에 따라 백내장, 녹내장과 같은 노인성 안질환의 발생률이 증가하는 추세이며, 그에 따른 외과적 수술이 필요한 환자도 많아지고 있음. 현재 임상에서는 안구에 적용할 만한 마땅한 접착이나 봉합기술이 없어, 봉합사를 이용한 방법이 가장 일반적으로 사용되고 있음. 하지만, 봉합사는 2차적인 상처를 유발하거나 염증을 발생시키고, 수술부위의 회복을 더디게 함.
- 본 연구에서는 젖은 표면에서 신속하게 적용 가능하고, 상용 렌즈와 유사한 수준의 높은 투명성을 지니며, 조직 재생을 보조하는 유연한 접착제를 개발하였음. 다양한 의료 분야에서 널리 사용되어지고 있는 생체고분자 히알루론산 (Hyaluronic acid)에 길이가 상이한 광가교 그룹을 도입하여, 견고하면서도 유연한 물성을 갖는 새로운 형태의 광가교성 고분자를 개발하였음. 안구 조직에서 유래된 세포를 이용하여 안구접착제의 안전성을 확인하였으며, 고분자의 성분에 따라 기계적 강도를 조절하여 안구에 적합한 조성을 확립하였음. 또한, 환자의 시야를 방해하지 않는 우수한 투과율과 실제 각막과 유사한 수준의 굴절률을 지닌 것을 확인하고, 토끼를 이용한 각막절개 실험에서 안구 접착제의 안전성, 조직재생 보조효능을 확인하였음. 이러한 결과는 노인성 안질환 수술에서 우수한 치료 효과의 가능성을 나타내며, 새로운 안구용 조작접착제 개발에 대한 잠재력과 가능성을 제시하는 논문임. 본 연구는 다양한 언론매체에 소개되었으며, 연구의 우수성을 인정받아 한국고분자학회에서 최우수논문발표상을 수상하였음.

2) 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

본 연구에서 개발한 안구용 조직접착제는 노령인구에서 빈번히 발생하는 안질환 수술 후 회복을 보조할 수 있는 바이오소재로서, 본 교육연구팀의 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발에 부합하는 연구임. 특히, 고령화 사회가 지속됨에 따라, 노인성 안질환 환자의 수가 증가할 것으로 예상되어, 안질환 수술 후 처치에 최적화된 새로운 조직접착제를 개발하고, 특성을 분석한 연구는 대표연구업적물에 부합하는 것으로 평가됨.

3) 해당연구분야의 기여정도

해당 연구가 게재된 Bioengineering & Translatonal Medicine은 게재 승인 및 출판일 기준 IF 10.711로 생체의료공학 분야 4위이며 상위 3.93%에 해당하는 우수논문임.



A. 투명하고 순간접착이 가능한 히알루론산 기반 광경화성 조직접착제 (HA 포토글루)의 개념도 및 토끼 안구에 적용하는 사진

B. 유연성을 지닌 히알루론산 접착제의 사진과 가시광선 영역에서 95% 이상의 높은 광투 효과를 나타내는 사진

C. 왼쪽부터 이혜선 박사과정 연구원(제1저자), 부산대학교 양승윤 교수, 부산대학교병원 이종수 교수

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

1.1.1. 교육과정 구성 및 운영 현황

○ 교육과정의 구성

1) 실버질환 맞춤형 교과과정의 이수체계 확립

대학원 이수학점 체계: 대학원 교육과정은 석사, 박사, 석·박사 통합과정으로 운영하고 있으며, 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력을 양성하기 위한 기초역량과목 및 특화과목을 포함하여 다음과 같은 이수학점 체계를 구축하고 있음.

- 실버질환 맞춤형 바이오소재 대학원 교과과정의 이수체계

학위과정	수료학점 요건			실버질환 바이오소재 맞춤형 교과목	
	전공	논문연구	총 학점	기초역량 (3과목)	특화 (12과목)
석사	18학점 이상	6학점	24학점 이상	· 빅데이터와 통계처리 · 연구설계 · 노인학 특론	· 생리활성물질탐색 · 골질환 재생소재 · 천연고분자특론 · 소취기술융합특론 · 실버헬스케어테크놀로지 · 현장진단센서 · 노화질환모델적용특론 · 의약품 허가관계 법규 · 바이오의약품개발특론 · 대사성질환특론 · 치의료용 임플란트소재특론 · 노인성 안질환 약물전달 특론
박사	27학점 이상	9학점	36학점 이상		
석·박사 통합	48학점 이상	12학점	60학점 이상		

2) 실버질환 맞춤형 교육의 부재를 보완한 신설 교과과정 구성

교육과정 개편을 통해 실버케어기술 관련 15과목을 신설하여 실버질환 맞춤형 바이오소재 교과과정을 구성하고, 부산대 8대 핵심역량간 매칭을 통해, 교육 품질 관리 및 순환적 자율개선교육이 되도록 체계화함. 교육과정 개편에 의한 신설 교과목 구성 및 핵심역량간 매칭은 아래 표와 같음.



이 중 10과목(대사성질환특론, 빅데이터와 통계처리, 현장진단형센서, 소취기술융합특론, 연구설계, 노인의학특론, 실버헬스케어테크놀로지, 골질환 재생소재, 바이오의약품특론, 치의료용 임플란트소재 특론)을 신규 개설하고 강의하였음.

- 실버질환 기초역량과목 신설 및 개설

고령화시대 실버질환의 특징에 대한 연구이해도를 높이고, 데이터기반 문제해결력 배양을 위한 실버질환 기초역량 3과목(빅데이터와 통계처리, 연구설계, 노인학특론)을 신설 및 과목 개설함.

- 실버질환 맞춤형 바이오소재 응용을 위한 특화과목 신설 및 개설

실버세대 친화형 천연물 소재 발굴, 실버질환 융합기술, 실버질환 바이오소재 효능 평가, 노인질환 특화과목 7과목(대사성질환특론, 현장진단형센서, 소취기술융합특론, 실버헬스케어테크놀로지, 골질환 재생소재, 바이오의약품특론, 치의료용 임플란트소재 특론)을 신설 및 과목 개설함.

- 기초-심화 단계별 교육 강화를 통한 창의적 연구능력 배양

실버질환 기초역량과목(빅데이터와 통계처리, 연구설계, 노인의학특론)을 통해 고령화시대 문화사회보건 분야에서의 문제해결능력과 인문적 소양을 양성하도록 교육하고, 실버질환 심화과목(대사성질환특론, 현장진단형 센서, 소취기술융합특론, 실버헬스케어테크놀로지, 골질환 재생소재, 바이오의약품특론, 치의료용 임플란트 소재 특론)을 통해 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발을 위한 맞춤형 기술을 특화하여 교육함.

3) 세분화된 석사과정 설계제도 수립

학생 스스로가 희망하는 진로에 기반하여 대학원 석사과정을 설계할 수 있도록 학생 중심의 석사 교육과정 플랫폼을 (1)연계심화과정과 (2)실무형인재양성플랫폼으로 세분화하여, 대학원 교과과정을 설계하는 프로그램을 구축하였고, 2021학년도 2학기에 석사과정 참여대학원생을 대상으로 신청을 받아 교육과정을 수립함.

4) 산학 연계 교육 강화

지역 내 의생명 관련 산업체와 밀착된 연구수요를 파악하고, R&D 및 교육프로그램(산학연계 Workshop 등) 개최하여 연구 동향의 지속적으로 공유하였음. 산학 연계 인턴제도를 통해 실버질환 맞춤형 인력 배양과 우수 인력의 취업을 유도하였음.

- 현장실습교육 개발: 본 교육연구팀은 산업체에서 요구하는 실무형 인재를 양성하기 위해 현장실습 과목을 개발 기획함. 이를 위한 산학연계 워크샵(대학원생 산학협력 활성화를 위한 워크샵)을 2022년 6월에 개최하여 에코프로비엠의 이동욱 연구소장, 기초과학연구원 구준서 박사 등 바이오 전공자의 진로 선택과 역량 개발, 공학 연구자로서의 삶 연사를 통해 참여 대학원생의 실버질환 맞춤형 전문 인력의 취업과 연계시키고자 하였음.








- 산학연계 하계인턴제도: 2022년 7~8월, 부산소재 바이오소재 기업 ㈜에스엔비아에 하계인턴으로 참여대학원생 강수빈 (석사과정) 대학원생이 참여하여 기업현장에서의 광경화성 조직 대체재 개발을 위한 과정을 경험하였음. 실험 프로토콜 작성 및 인허가과정의 실무경험을 통해 의료기기 개발을 위한 산업현장에 필요한 지식을 습득하였음.

○ 교육과정 운영현황

1) 대학원생 학습역량 평가 및 환류체계 구축 운영

대학원생의 학습역량 강화를 위해 단계적인 학사관리 체계(1단계: 대학원생 핵심역량 진단, 2단계: 석박사

학습컨설팅(MLST-II검사), 3단계: 순환적 자율개선교육(CQI)를 운영하고 있고, 4단계: 학습역량진단(PNU-CESA)을 도입할 예정임.



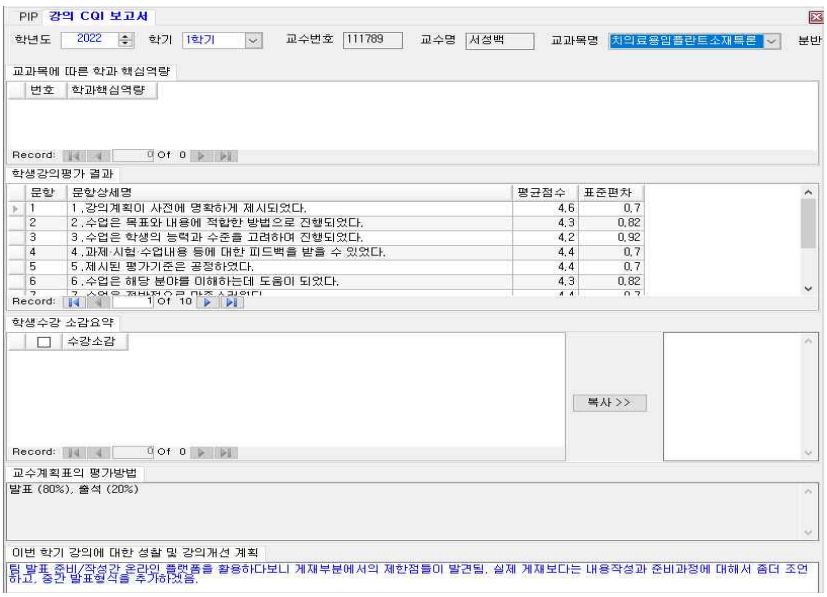
- 1단계: 대학원생 핵심역량 진단 실시 및 학습역량진단(PNU-CESA) 도입
  대학원생을 대상으로 핵심역량 변화에 대한 맞춤형 프로그램을 제공하기 위하여 22년 4월 참여대학원생 전원이 핵심역량 진단을 실시함(1회/년).

- 학습역량진단(PNU-CESA)을 도입 / 계획
  부산대학교 학생핵심역량진단 (PNU-CESA, Pusan National University Collegiate Essential Skill Assessment)은 교육을 통해 현재의 8대 핵심역량 수준을 진단하는 앱 기반 진단시스템으로 미래 선도형 창의인재 양성을 유도하는 데 목적이 있음. 연2회 측정하여 전체 결과와 비교 제시함으로써, 개인의 역량 개발 정도를 파악하고 부족한 역량을 증진하기 위한 노력을 경주하게 하여 자기 계발을 지원하는 시스템으로 데이터를 기반으로 한 대학원 역량 기반 교육 과정 운영에 기초 자료로 활용하고자 도입할 예정임.

- 2단계: 석박사 학습컨설팅 MLST
  개인의 심리행동, 자기주도적 학습능력, 학습전략 등의 강점과 약점을 파악하고 행동특성을 분석하는 석박사학습 컨설팅(MLST-II검사)를 전체 대학원생을 대상으로 22년 6월에 실시하여 추후 학습전문가와 개별 상담을 통한 맞춤형 학습 컨설팅을 실시함.

참여프로그램	운영기간	프로그램 주제	참여자
대학원생 핵심역량 진단 (2022년)	22. 03. 31 - 22. 04. 30	대학원생 핵심역량 변화에 대한 이해와 맞춤형 프로그램 제공	참여대학원생 전원
석,박사 학습컨설팅 (MLST-II 검사)	22. 06. 03	개인의 심리행동, 자기주도적 학습능력, 학습전략 등의 강,약점을 파악하고 행동특성을 분석	참여대학원생 전원

- 3단계: 실버질환 맞춤형 신설 교과목에 대한 순환적 자율개선교육(CQI) 도입
  대학원생의 실버질환에 특화된 교과목 강의에 대한 교육 품질 관리하기 위하여 CQI시스템을 도입하여 강의에 대한 대학원생들의 평가를 기반으로 차기 수업에 대한 개선사항을 확립하도록 모든 과목에 적용함.



2) 학생중심의 석사과정교육과정 설계제도 운영

학생 스스로가 희망하는 진로에 기반하여 대학원 석사과정을 설계할 수 있도록 학생 중심의 석사 교육과정플랫폼을 (1)연계심화과정과 (2)실무형인재양성 플랫폼으로 세분화하여, 대학원 교과과정을 설계하는 프로그램을 구축하였고, 2021학년도 2학기에 석사과정 참여대학원생을 대상으로 신청을 받아 교육과정을 운영하였으며, 이지안 (석사과정)이 실무형 인재양성 플랫폼에 참여하여 아래표와 같이 대학원 교과목을 운영하였으며, 이지안(석사과정)이 실무형 인재양성 플랫폼에 참여하였고, 설아윤(석사과정)은 연계심화과정 플랫폼에 참여하여 이수할 계획임.

- 석사과정교육과정 설계제도 운영 현황

성명	지도교수	교육과정	이수과목현황
이지안 (석사과정)	양승윤	실무형 인재양성 플랫폼	빅데이터와 통계처리(E), 의료재료와 기기의 생체적합성, 현장진단형센서(E), 연구윤리 및 연구관리 (21년도 1학기) 골질환재생소재(E), 연구설계(E) (21년도 2학기) 논문연구(E), 치의료용임플란트소재특론(E) (22년도 1학기)
설아윤 (석사과정)	황대연	연계심화과정 플랫폼 (예정)	빅데이터와 통계처리(E), 연구설계(E), 천연고분자특론, 대사성질환 특론 (22년도 2학기 수강예정)

3) 박사과정 자격 평가 시스템

박사과정의 질적고도화를 위하여 평가 커미티를 구성하여(인원 3명: 바이오 1명, 소재 1명, 외부 1명) 일관된 대학원생의 지도체계를 갖추어 입학부터 졸업단계까지 년1회 실시하여 체계적으로 학생을 관리하고자 함. 22학년도 1학기(22. 4. 13) 박사과정 자격평가시스템을 시행하여 4명의 박사과정 대학원생(김민재, 김소담, 김소영, 이혜선)이 연구계획서를 제출하고, 박사학위논문 계획(진행)발표를 진행하여 연구 질적개선 및 진행상황을 점검하여 향후 박사학위를 위한 체계적인 시스템을 구축하고자 하였음.

- 박사과정 자격 평가 시스템 운영 현황

성명	지도교수	논문주제	내부위원 외부위원
김민재 (박사수료)	안범수	Effects of Pregnenolne and its Relationship with Estrogen Receptor on Breast Cancer	양승윤 김명후 (부산대,동물생명자원과학과)
김소담 (박사수료)	양승윤	Development of biodegradable hyaluronic acid microgels for injectable local drug delivery system	안범수 김근영 (부산대병원,핵의학과)
김소영 (박사과정)	안범수	엑소좀을 이용한 새로운 유방암 진단	양승윤 정의만 (부산대,분자생물학과)
이혜선 (박사과정)	양승윤	Dural repair induced by bone regeneration using photocurable glue	안범수 신명준 (부산대병원,재활의학과)

4) 대학원생 안전교육 및 실버질환 맞춤형 전공역량강화 교육 실시

- 안전교육과정 시행 및 교육과정 평가

부산대학교 연구실 안전관리규정에 따라 부산대학교의 연구실에서 실험 실습 및 연구 활동을 수행할 때 발생할 수 있는 안전사고의 예방을 위해 안전조치를 이행 중임. 안전조치 이행계획은 연구실 안전관리 담당자로 조교 및 대학원생 ,연구원 등을 안전책임자로 지정하여 일상점검(매일 실험 전), 자체점검(연 2회)을 운영 중이며, 연구개발활동에 사용되는 기계, 기구, 가스 등의 실험기자재와 실험재료의 이상유무 및 보호장비의 관리실태 등을 점검함. 연구실 안전교육으로는 「연안법」 제20조(교육・훈련 등), 동법 시행규칙 제10조에 따라 연구활동 종사자를 대상으로 하여 사이버교육 [PNU-연구실안전정보망]을

실시 중임. 대학원생, 연구실 책임자 및 외국인 안전교육으로 6시간 동안 교육하며, 안전교육 기간 중 개인별 수강 완료 후 교육평가를 실시함.

- 실버질환 맞춤형 전공역량강화 교육

사회 및 기업에서의 요구되는 연구분야를 인지하기 위하여 전공분야 세미나를 발표하는 교육과정을 수행 중에 있음 (1학기 1회, 2학기 1회 실시). 1학기에는 실버질환 맞춤형 바이오소재 전반기술의 동향 및 소개, 2학기에는 학생별 진행 중인 연구프로젝트 발표를 통해 발표능력과 질문대처능력을 배양하고 있음. 또한 국내외 저명학자를 초청하여 바이오소재 연구개발과정에 대한 흐름을 이해하고, 대학원생들의 연구개발과정에 대한 동기부여를 고취하고 있음.

- 실버질환 맞춤형 바이오소재 전반기술의 동향 및 소개 세미나 (2022학년도 1학기)

일시	발표학생명	발표주제	발표내용
22.04.14.	진유정 (석사과정)	질병의 진단과 치료제개발에서 대사체학(Metabolomics)의 활용	현대의학에서 질병 진단과 치료제 개발에 있어서 중요한 대사체를 조사하여 발표함으로서 현재 대사체학의 동향에 대하여 알 수 있음.
22.04.28.	노유정 (석사과정)	나노입자기반 약물 전달체 개발의 최신동향	최근 국내 외 생명공학 기업 및 제약회사에서의 나노입자 기반 약물 전달체 최신동향 파악.
22.05.12.	강수빈, 설아윤 (석사과정)	최근 치매 진단법 및 치료법 개발 동향	국내외 연구소 및 기업은 치매를 정복하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있음. 이에 따른 진단법 및 치료법 개발동향을 발표함으로서 치매에 대한 이해를 높이고 더 나아가 새로운 진단법 및 치료법에 대해서 토론함.
22.05.26.	송희진 (석사과정)	바이오센싱과 약물전달용 주입형 전자의료기기 동향	최근 각광받는 바이오센싱과 새로운 전자의료기기인 약물 전달 주입형 기기에 대하여 발표하고 개발동향을 파악.
22.06.09.	이산하 (석사과정)	LED를 이용한 바이오소재개발 및 임상적 응용	최근 국내외 기업에서 LED를 사용하여 피부미용, 탈모, 암 치료 연구가 활발히 진행 중임. 발표를 통해 동향을 확인하고 토론함.

5) 대학원 졸업 자격 요건 강화

대학원 졸업 자격요건으로 석사과정, 박사과정 공통적으로 기본 청구자격 (학점취득, 외국어시험, 전공종합시험) 충족하여야 함. 전공에 대한 학술적 성취도 관리를 위해 석사과정의 경우, 다음을 모두 충족하여야 함: ① 학술등재(후보)이상 이상에서 발표자로 학술발표(포스터 포함) 1회 이상, ② 학술진흥재단 등재지 이상의 학술지에 주저자로 투고논문 1편 이상, ③ 학술진흥재단 등재지 이상의 학술지에 주저자 또는 공동저자로 게재한 논문 1편 이상, ④ 주저자일 경우 SCI급/scopus 1편 accept시 ②,③ 모두 충족. 박사과정의 경우, 다음을 모두 충족하여야 함: ① 전국규모학회 이상에서 발표자로 학술발표(포스터 포함) 3회 이상, ② 학술진흥재단 등재지 이상의 학술지에 주저자로 게재된 논문 2편 이상, ③ 국제학술 등재지(SCI급)에 주저자로 투고논문 1편 이상, ④ SCI급/scopus 논문 주저자로 1편 게재 시 위 ②,③ 모두 충족한 것으로 봄.

6) 현 학사관리 장단점

본 교육연구팀의 교육 목표에 부합하는 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성의 체계적 시스템을 구축하고 있는 상황임. 석사과정의 경우 학생 스스로가 희망하는 진로를 연계심화과정과 실무형인재양성 플랫폼으로 세분화하여 적용 운영하고 있음. 박사과정 자격 평가 시스템을 체계화시켜 정기적인 연구질적개선 및 진행상황을 독려할 수 있는 학위자격평가 시스템을 도입하였음. 또한, 대학원 교과목에 대한 CQI작성을 의무화하고, 과목강의 중간평가를 통해 강의교육의 질적개선을 위한 피드백을 진행하였음. 또한 실험실 내 안전을 위하여 안전교육과정의 이수를 의무화하고 있음. 단점으로는 학부생 Lab 인턴프로그램이 연구실로테이션의 교과과정

으로 확장되어 졸업연구 논문과정으로 이어질 수 있도록 운영할 필요가 있고, 현 시점에서 이를 보완하기 위해 캡스톤디자인 과목을 통해 지도 교수님별 연구프로젝트의 지도를 받고자 함. 또한 진행 중인 세미나 교육과정을 비교과 과정으로 전환하여 체계화시키고자 함

1.1.2. 교육과 연구의 연계활용 실적

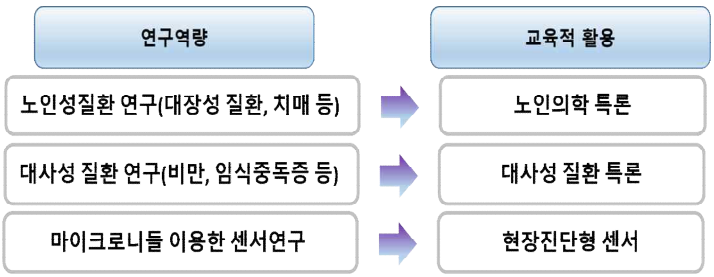
○ 본 교육연구팀이 교육 목표를 수행하는 방안으로써 연구의 선순환 구조 구축 방안, 연구역량의 교육적 활용 방안, 교육연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 방안, 전임교수 대학원 강의계획 대비 실적은 다음과 같음.

1) 교육과 연구의 선순환 구조 구축

최근 연구 질적 향상(연구 업적물의 질적 우수성 향상을 위한 새로운 연구주제/기술의 도출 기법을 위해 요구되는 전문지식과 교육을 신설함으로 연구프로그램-교육 선순환 구조를 구축하여 운영하고자 대학원생 팀중심의 연구프로그램인 Innovation Course를 2021년 5월부터 현재까지 참여대학원생 석사과정 7명이 참여하고 있으며, “실버세대의 노화질환에 대한 천연물기반 광노화 치료제 발굴 및 효능평가기술의 연구” 가 실버질환 기초역량 교과목(노인의학 특론) 및 노화질환 특화 교과목(대사성질환특론)을 통해 대학원생에게 새로운 지식제공으로 이어짐. 향후, “해양수산물인 감태추출물의 항암제로서 개발가능성” 연구, “미세플라스틱 저감기술 및 위해성 평가” 연구를 통해 실버헬스케어 테크놀로지, 현장진단형 센서와 같은 교과목을 통해 새로운 지식이 제공될 것으로 기대됨.

성명	연구주제	운영기간	사업비
공정은, 이수진, 최윤주	해양수산물인 감태추출물의 항암제로서 개발가능성 연구	21. 06 - 21. 12	5,000천원
진유정, 노유정	공기 중 미세플라스틱이 폐조직의 염증반응에 미치는 영향 평가	22. 05 - 23. 12	5,000천원
송희진, 설아윤	신규 천연물 변비 치료제 발굴 및 효능 평가	22. 05 - 23. 12	5,000천원

2) 연구역량의 교육적 활용



본 교육연구팀은 연구역량의 교육적 활용 방안을 위해 최근 연구 질적 향상(연구 업적물의 질적 우수성 향상을 위한 새로운 연구주제/기술의 도출 기법을 위해 요구되는 전문지식과 교육을 신설함으로 연구프로그램-교육 선순환 구조를 구축하여 운영하고자 하였음. 이를 위하여 연구분야의 교육적 니즈를 분석하였고 황대연 교수의 경우 대장성 질환, 치매 등의 노인성 질환에 대한 연구를 수행하고 있어서 ‘노인의학특론’, 안범수 교수의 경우 비만, 임신중독증, 탈모 등의 대사성 질환을 연구하고 있어 ‘대사성 질환 특론’, 양승윤 교수의 경우 마이크로니들을 이용한 센서연구와 유기소재를 이용한 임플란트 소재 개발 연구를 수행하고 있어서 ‘골질환 재생소재’ 및 ‘현장 진단형 센서’ 과목을 신설하였음.

3) 대표적 교육 목표에 대한 정량적 달성

교과목 신설	목표	실적	달성률
	15	10	67%

본 교육연구팀은 세계저명대학을 벤치마킹하여 교육 목표를 분석하여 본 교육연구팀에서 수행 가능한 미래의 교육 목표를 제시하고, 이를 달성하기 위하여 아래과 같이 교육과정을 개편하여 1차년도(20년 9월부터 21년 8월까지)에 시행하였음.

- 교육과정분야: **4차산업 수요자 중심의 다양한 융복합과정으로 개편**하고자 하였고, 소취기술융합특론, 실버헬스케어테크놀로지, 빅데이터와 통계처리 등의 융복합과정을 신설하였음.
- 교육방법분야: **문제해결중심의 ICT 학습시스템 구축**을 위하여 현장진단형 센서, 대사성 질환특론, 노인의학 특론 등의 교과과정을 신설하였음.
- 교수역량 분야: 다양한 교육활동을 강화하기 위하여 비교과 과정과 전공 및 교양 교육과정의 유기적인 설계 및 운용을 제시하였고 이를 위하여 다양한 비교과 프로그램(석,박사 학습컨설팅, 영어논문작성, SCI/SSCI논문쓰기 세미나, 대학원생 핵심역량 진단 등)에 참여하였음.

4) 전임교수 대학원 강의 실적 (표로 정리 / 강의 – 수강자 현황)

본 교육연구팀은 전임교수의 대학원 강의계획에서 **교육과정 개편**방향을 **ⅰ)실버질환 맞춤형 교육의 부재를 보완한 신설 교과과정 구성, ⅱ)기초-심화 단계별 교육강화를 통한 창의적 연구능력 배양, ⅲ)산학연계교육 강화**로 설정하였고, 실버질환 기초역량과목으로 2021년 서성백 교수가 '빅데이터와 통계처리'와 '연구설계', 양승윤 교수가 '골질환 재생소재', 실버질환 융합기술 관련 과목으로 황대연 교수가 '소취기술융합특론', 안범수 교수가 '실버헬스케어 테크놀로지'를, 양승윤 교수가 '현장진단형 센서',노인질환 특과 과목으로 안범수 교수가 '대사성질환특론' 과목을 신설하였고, 전임교수의 대학원 강의 비율은 모든 과목 100% 달성하였음.

1.1.3. 교육과정 구성 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

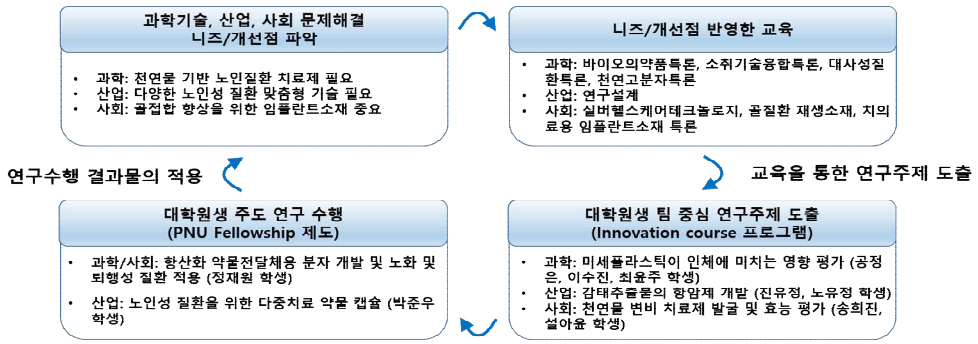
○ 실버질환 바이오소재 효능평과 과목으로 노화질환모델적용특론, 의약품 허가 관계법규, 바이오의약품 개발 특론을 개설하기로 하였고 2022년부터 해당 과목 중 일부를 신설할 예정임.

○ 학습역량진단을 위한 새로운 PNU-CESA 도입: 대학원생의 학습역량을 진단하기 위해 부산대학교가 자체 개발한 "부산대학교 학생 핵심역량 진단(PNU-CESA)" 프로그램을 적용하여 매년 학생들의 역량을 횡적 측정·분석함으로써 재학생의 역량 달성정도를 집단 내에서 비교하고, 측정 결과를 종적으로 분석하여 전체 학생의 역량 향상 정도와 함께 교과·비교과 프로그램의 효과 분석에 활용하고자 함

1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

1.2.1. 과학기술, (지역)산업 또는 (지역)사회 문제 해결에 관련된 교육 프로그램 구성 및 운영 현황

○ 교육 프로그램 구성에 있어서, 실버케어 문제해결 니즈(과학기술, 산업, 사회적 측면)를 바탕으로 교과목을 신설 및 비교과과정을 교육하고, 대학원생 팀 중심으로 연구프로그램인 Innovation course를 통해 Silver 맞춤형 연구과제를 도출하며, 이 연구를 수행함. 연구의 결과물을 해당 문제해결에 적용하며, 이에 대한 개선점을 추후 교육에 반영하고 있음.



○ 과학기술·산업·사회 문제해결형 교과과정 신설 및 운영

본 교육연구팀이 지향하는 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발 인재양성을 위해서는 **과학기술・산업・사회 문제 해결과 관련된 추가적인 교육과정 개편**이 요구되어 바이오소재분야 과학기술 및 산업문제, 사회문제 해결을 위한 교육프로그램 운영하였으며, 계획된 교육과정에 맞추어 모두 개편하였으며, 2021년 2학기, 2022년 1학기 기초-심화 일부 과정을 아래표와 같이 개설하여 운영완료하였으며, 2022년 2학기에도 교과목 운영을 지속적으로 시행 중임.

추가교육과정	개설과목	교수명	개설년도		
			21년 2학기	22년 1학기	22년 2학기 (예정)
과학기술문제해결	바이오의약품특론	황대연		●	
	소취기술융합특론	황대연	●		
	대사성질환특론	안범수			●
	천연고분자특론	서성백			●
산업문제해결	연구설계	서성백	●		
사회문제해결	실버헬스케어테크놀로지	안범수	●		
	골질환 재생소재	양승윤	●		●
	치의료용 임플란트소재 특론	서성백		●	

1) **바이오의약품개발특론**: 실버계층 대상으로 부작용이 낮고 효능이 높은 고부가가치의 바이오의약품 개발이 요구됨. 바이오의약품은 DNA재조합 기술을 통해서 미생물, 배양세포 등에서 제조되는 펩티드나 호르몬, 백신 형태의 의약품을 말하는데, 4차 산업 혁명의 생명산업 분야의 선두 사업으로 주목되고 있음. 합성의약품에 비하여 부작용이 적고 맞춤형 효능이 뛰어난 바이오의약품에 대한 연구 내용을 교육함.
2) **소취기술융합특론**: 고령화시대와 산업사회로의 발전에 따라 사람이나 환경으로부터 발생하는 냄새가 심각한 사회문제로 대두되고 있어 이를 반영하여 냄새 발생의 원리와 원인을 분석하고 이를 기반으로 소취기술원리 및 이를 응용한 소취제개 및 응용연구 등에 대한 내용을 교육함.
3) **연구설계**: 실버질환 진단 및 치료제 관련 산업에서는, 다양한 질환에 대한 맞춤형 연구설계가 필요한 실정임. 이를 반영하여 실버질환 자료수집, 측정도구의 개발, 표본추출의 3단계를 포함하여 해당 가설과 연구주제를 정확하고 명확하게 검증할 수 있는 기법을 학습함.
4) **실버헬스케어테크놀로지**: 실버세대가 건강하게 생활을 영유할 수 있도록 질병 예방 및 사후 관리할 수 있는 환경적, 생리적 요인들에 대하여 학습하기 위해 해당 과목을 개설하여 운영하고자 함.
5) **골질환 재생소재**: 실버세대에서 다발하는 퇴행성 관절염 또는 골다공증으로 인한 골절이 다발하고 있는데, 아직까지 관절을 대체할 수 있는 적절한 소재에 대한 연구가 미흡함. 골절 또는 골 손실 또한 실버세대에서는 골의 재생이 어려워 인공적인 골 재생소재에 대해 교육함.
6) **치의료용 임플란트소재 특론**: 치의료용 임플란트 산업에서는 경조직(hard tissue)과 연조직(soft tissue)에 대한 접합 향상기술이 필요하고, 이를 위해 신소재 개발, 조직 접합형 표면처리법 및 공정기술에 대한 수요가 있는 상황임. 실버계층에서의 치의료용 임플란트는 노화된 치아, 관절, 특정 기관의 보조 또는 대체 역할을 하는데, 맞춤형 임플란트 소재기술 개발을 필요로 함. 고령화되면서 발생하는 치아관련 및 의료용 임플란트기술이 지속적으로 발생하며, 치의료용 임플란트 소재자체의 개발 뿐 만 아니라 임플란트를 면역반응 없이 기존의 골조직에 효과적으로 융합할 수 있는 소재의 코팅법 표면처리법 등에 대한 지식을 교육함.

○ 비교과 프로그램 운영

1) 대학원생 세미나 프로그램

2022년 1학기부터 대학원생에게 실버질환 맞춤형 주제를 부여하고, 세미나 발표하는 비교과

프로그램을 운영하고 있음. 세미나 주제 내용과 관련하여 과학기술・산업・사회 문제점을 도출하고 추후 연구주제를 도출하도록 교육함.

적용분야	일시	학생명	발표 주제	문제점 발굴 내용
과학기술	22.04.14.	진유정 (석사과정)	질병의 진단과 치료제 개발에서 대사체학(Metabolomics)의 활용	고령화 시대의 다양한 실버질환에 대한 진단과 치료제 개발에 있어서 맞춤형 대사체 발굴 및 적용기술이 필요한 상황임.
	22.05.26	송희진 (석사과정)	바이오센싱과 약물전달용 주입형 전자의료기기 동향	인체주입형 의료기기는 인체주입간 생체적합성, 바이오센싱 재현성, 효율적 약물전달을 위한 적용기술에 대한 향상이 필요한 상황임.
산업	22.04.28	노유정 (석사과정)	나노입자기반 약물 전달체 개발의 최신동향	다양한 실버질환에 대한 약물치료제 개발 및 약물전달 관련 산업채에서 환자 맞춤형 약물전달체 시장이 커지고 있으며, 나노입자 기반 약물전달체의 실용적인 산업기술이 요구되고 있음..
	22.06.09	이산하 (석사과정)	LED를 이용한 바이오소재 개발 및 임상적 응용	피부미용, 탈모 등 미용산업과 의료기관 산업에서 LED기술을 활용한 다양한 치료기술에 대한 시장성이 증대되고 있고, 이를 적용하는 기술이 요구됨
사회	22.05.12	강수빈, 설아윤 (석사과정)	최근 치매 진단법 및 치료법 개발 동향	치매는 질병자체의 치료뿐 아니라 가족내 부양, 건강보험 문제등 사회문화적으로 다양한 문제를 야기하고 있음. 이에 따라 조기진단, 질병관리 및 치료단계에 이르는 전주기적 헬스케어기술이 필요한 상황임.

2) 대학원생 창의연구 프로그램

대학원생 주도적으로 과학기술・산업・사회 문제에 관한 연구주제를 도출하고, 문제해결형 창의연구 프로그램을 운영하고 있음. 10개월 기간 동안 5000천원의 연구개발비(PNU-Fellowship)를 지원하여 실버질환 맞춤형 연구를 수행하도록 함. 2021년 5월~2022년 2월까지, 정재원 학생은 “(과학기술 관련 문제) 퇴행성 질환 치료에 있어서의 항산화 소재 이용기술”의 수요를 파악하고, ‘천연페놀의 항산화력 분석을 통한 항산화 약물전달체용 분자 개발 및 노화 퇴행성 질환 적용’의 연구주제를 도출하여 연구를 수행하고 있음. 또한, 박준우 학생은 “(산업관련 문제)노인성 질환 치료를 위한 다중치료 약물개발기술”의 산업체 수요를 파악하고, ‘노인성 질환을 위한 다중치료 약물을 하나의 플랫폼에 탑재하는 나노캡슐’의 연구주제를 도출하여 연구를 수행하고 있음.

1.2.2. 과학기술, (지역)산업 또는 (지역)사회 문제 해결에 관련된 교육 프로그램의 향후 추진 계획

○ 기업체 수요조사에 따른 문제해결형 교육 프로그램 운용

- 초고령화 추세에 따라 급변하는 바이오소재분야 산업체에서 필요로 하는 기술, 지식에 대한 수요조사를 통해 과학기술・산업・사회문제 이슈를 도출하고, 이를 반영한 교육 프로그램을 구성할 계획임. 산업체 탐방 및 인턴제와 같은 비교과 프로그램을 운영하여 실버질환 관련 산업현장에서 필요로 하는 실무형 인재의 조건들과 기술 수요 컨설팅을 가질 예정임.

○ 교과과정 신규 개설 (2022년 2학기)

- **대사성질환 특론** : 대사성 질환은 비만, 지방간, 고혈압, 당뇨, 치매 등 체내 대사의 불균형으로 인하여 생기는 질환들을 일컬음. 실버계층에서 발생률이 높은 대사성질환은 원인이 명확하지 않고 치료방법 역시 제한적임. 대사성질환의 원인 규명 및 치료법 개발과 전문 인력 양성을 위해 대사성질환의 발병 메커니즘 및 현재까지 진행된 연구 현황에 대한 내용을 교육하고자 함.
- **천연고분자 특론**: 항노화 건강식품산업은 초고령화 시대에 시장이 점차 증대되고 있고, 이에 뜨라 건강식품의 품질표준화는 산업기술의 중요한 부분임. 예로 들면, 항노화식품의 천연고분자(폴리페놀)성분의 항산화능력을 평가하고 표준화 하기위한 정량화 기술에 대한 니즈가 커져가고 있음. 이를 반영하여 천연고분자에 대한 구조 및 기본물성에 대해 지식을 전달하고, 이의 정량화를 위한 기술들에 대해 교육을 계획함. 또한, 실버케어 바이오소재 개발을 위한 맞춤형 소재기술 중 하나로

써 자연적으로 만들어지는 천연고분자인 셀룰로오스, 단백질, 녹말, 실크 등의 합성과정, 사용분야, 응용가능성 등에 대한 특화과목을 운영하고자 함.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2021년 2학기	15	10		
	2022년 1학기	13	11		
	계	28	21		
배출 (졸업생)	2021년 2학기	5	1		
	2022년 1학기	1	0		
	계	6	1		

2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

2.2.1. 교육연구팀의 우수 대학원생의 확보 현황

○ 4단계 BK21사업을 통하여 년차별로 석사과정 5명, 박사과정 4명을 지원하기로 함. 추후 년차별 동수의 대학원생을 확보하고자 하였으며, 2020년 2학기 박사과정 4명, 석사과정 5명, 2021년 1학기 박사과정 4명, 석사과정 5명, 2022년 박사과정 4명, 석사과정 5명을 확보하여 총 27명 계획 대비 실적을 달성함.

대학원생 입학생의 년차별 확보 목표 및 *달성현황 (단위: 명)

연도	1차년도 (6개월)	2차년도 (12개월)	3차년도 (12개월)	4차년도 (12개월)	5차년도 (12개월)	6차년도 (12개월)	7차년도 (12개월)	8차년도 (6개월)	계
석사과정	*5	*5	*5	5	5	5	5	5	35
박사과정	*4	*4	*4	4	4	4	4	4	28
합 계	*9	*9	*9	9	9	9	9	9	63

○ 우수한 대학원생 확보를 위하여 2차년도(2021년 9월부터 2022년 8월까지)에는 학과학술제(BAF), 졸업논문제도, 인턴제도를 통하여 학부생들의 참여를 유도하고 캡스톤디자인 방식의 수업 (바이오소재 종합설계 교과목)을 통해 Lab 로테이션의 과정을 시범 운영하여 우수한 인재를 발굴하고자 하였음.

○ 우수 대학원생 확보를 위한 추진 계획 대비 실적

1) 대학원 진학유도를 위한 학부생의 Lab 인턴프로그램 운영

하계, 동계 방학 간 Lab 인턴프로그램을 실시하여, 분자생물연구실(5명), 생체소재및대사질환연구실(6명), 고분자약물전달연구실(5명), 고분자콜로이드연구실(5명), 총 21명의 학생이 참여교수의 연구 지도를 통하여 4개의 연구실에서 인턴을 수행하였으며, 우수 연구인력을 확보하기 위한 Lab 인턴프로그램을 구축하고, 체계적인 가이드를 통하여 대학원 진로를 유도하고자 하였음. 학부생의 실험실 로테이션을 통한 실험실 체험 등의 기회를 제공하도록 하였으며, 졸업 조건이 졸업시험이 아닌 논문제도를 채택하여 학부생이 3학년 2학기가 되면 의무적으로 실험실을 선택하여, 1년 반 동안 실험을 수행하고 실험

결과에 따라 졸업 논문을 제출하도록 함. 이러한 졸업논문제도를 통하여 연구능력을 향상시키는 동시에 학부생들이 대학원으로 진학하도록 유도하고자 하였으며, 학부생 인턴제도를 통한 2021년 9월부터 2022년 8월까지의 인력 양성 실적은 아래표와 같음.

참여교수명	학부생 연구프로그램	
황대연	21년 겨울방학	강민주, 이윤지, 김은지
	22년 여름방학	김지은
	22년 써머스쿨	박은서
안범수	21년 겨울방학	이소연, 류예은
	22년 여름방학	오세빈, 한경원, 조영채
	22년 써머스쿨	박서라
양승윤	21년 겨울방학	한경원, 신호준
	22년 써머스쿨	이소연, 정유한, 김예령
서성백	21년 겨울방학	김지은, 장지민, 박준민, 한정우
	22년 여름방학	박소희

2) 대학원 연구과정 참여를 위한 졸업논문제도 실시

졸업논문제도를 통하여 학부생들이 대학원생들의 연구과정을 실질적으로 참여하고, 연구 멘토링 받을 수 있는 기회를 제공하여 우수한 예비대학원생의 진학을 유도하였으며 참여실적은 아래표와 같음.

참여교수명	졸업논문 신청자
황대연	임수정, 류예은, 왕수하, 김동우, 류다혜 (2022년 5월)
안범수	허유라 (2021년 12월), 제승환, 이윤지, 성영제, 강민주, 임동주 (2022년 5월)
양승윤	유창민 (2021년 12월), 이승준, 송민정, 명화인, 최지운, 김우진 (2022년 5월)
서성백	최지수, 류하빈 (2021년 12월), 한정우, 임정민, 김여진, 김진석, 김도경 (2022년 5월)

3) 대학원 연구실 소개 및 연구 교류를 위한 학과학술제(BAF) 개최

매년 11월 BAF (Biomaterials Academic Festival)을 개최하여 졸업생들이 논문을 기초로 한 구두 및 포스터 발표를 시행하였고, 이를 바탕으로 연구 교류의 장을 제공하고자 하였으며, 2021년 학술제에서는 4건의 구두 발표 및 26건의 포스터 발표를 하였음.



사진 1. 제13회 바이오소재과학과 학술제

4) 대학원 연구실 체험 및 학부생 진도 지도를 위한 Lab 로테이션 시범운영

본 연구팀은 연구계획서에서 우수 대학원생 확보를 위하여 연구실 소개과정(2개월 Lab로테이션 프로그램을 통해 연구실을 경험하도록 함), 연구실 선정 (선정을 위한 선배와의 멘토링, 자료 제공), 졸업연구논문 과정 (실험에 대한 흥미, 가치를 유발하여 동기부여 제공), 졸업연구논문 결과 발표 (실험/연구에 대한 자신감 향상 및 성취감 고취), 대학원 인턴 및 진학 (선정된 연구실에 대학원생 프로젝트를 공동으로 진행) 등의 선순환적 구조를 제시하였고 현재까지 먼저 Lab로테이션 프로그램을 수행하였음. Lab 로테이션(교과과정내에서 연구실별 체험 프로그램 및 소개를 듣고, 해당 연구지도교수의 지도를 받는 과정)은 학부생의 대학원 진로를 유도하고, 우수 연구인력을 확보하기 위한 Lab 인턴 프로그램의 세부 과정임.



이는 졸업연구논문 과정을 통해 대학원 진학 유도의 브릿지 과정으로 구성됨. 이는 2021년 자체평가의견(랩인턴프로그램 및 졸업논문신청자와의 연결고리 저조)을 반영하고자 하였고, 교과과정 개편이 2023년부터 적용되기 전, 캡스톤디자인 방식의 수업(바이오소재종합설계 교과목)을 통해 Lab 로테이션의 과정을 시범 운영하였음. 기본적인 연구논문 작성과정(바이오소재의 배경지식조사, 데이터분석, 결론도출의 과정)을 지도교수별 배정하에 진행하였음. 총 18명의 학생이 BK 참여교수(황대연, 안범수, 양승윤, 서성백)의 지도로 연구프로젝트를 설계하고, 관련 정보 조사 및 실험의 과정을 수행하였음.

5) 교육연구팀의 우수연구성과 홍보를 위한 뉴스레터 및 홈페이지 운영

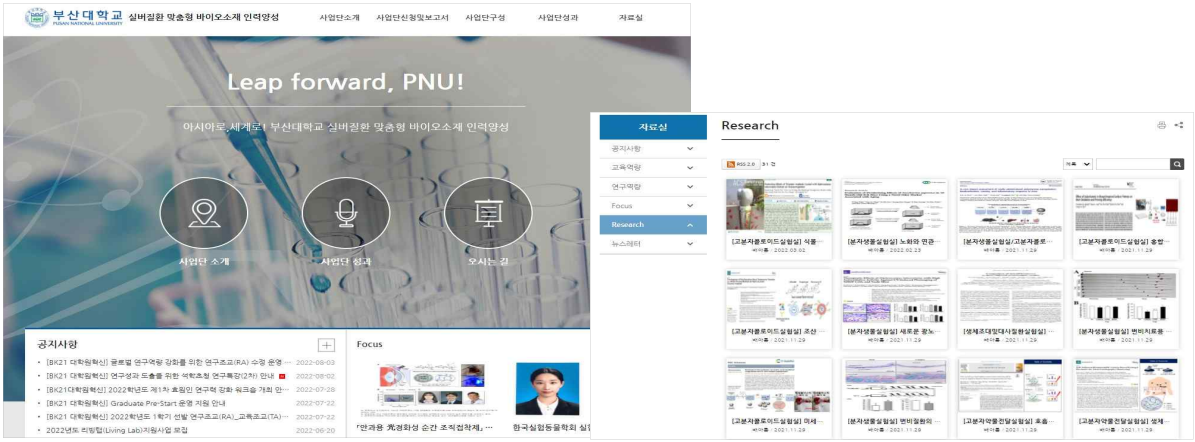
실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성사업팀 '뉴스레터'를 1호(2021년 9월), 2호 (2022년 3월)를 발행하였고, 년2회 정기적으로 발행하여 참여연구실 소개, 우수 연구성과 공유, 교육연구팀 내 프로그램 참여 현황 및 계획에 대한 다양한 사업팀 소식을 홍보하여 적극적인 대학원생 유치를 하고자 하였음.



[사진설명] 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성팀 뉴스레터 커버 (제1호), 우수연구성과 (제2호)

부산대학교 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성팀 홈페이지 (https://bmbk.pusan.ac.kr/)를 운영하여 사업단 비전 및 목표 소개, 참여교수, 참여대학원생 및 사업팀 직원 소개, 사업단 신청서 및 자체평가보고서 공유, 논문, 저서, 특허 및 기술이전 실적 공유를 원활히 하고 있으며, 본교 대학원 혁신팀에서 주최하는 프로그램의 지원 공고 및 신청에 대한 정보를 업데이트하여 참여대학원생의

적극적인 참여가 이루어질 수 있도록 유도함. 또한 참여연구실의 우수한 연구성과 및 수상에 대한 지속적으로 업데이트하여 학부생, 대학원생의 연구 의욕을 고취하며 학술교류의 기회를 증대시킴.



[사진설명] 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성팀 홈페이지 메인화면 및 자료실

2.2.2. 우수 대학원생에 대한 교육연구팀의 지원 실적

○ 대학원 신입생의 적응 지원을 강화하기 위하여 대학원생 신입생 오리엔테이션을 실시하여 대학원 생활과 관련된 기본 학사제도, 도서관 이용, 대학원생 인권보호, 진로적성, 선배와의 만남을 통한 대학원 생활 적응 지원함. 또한, 대학원생에게 부산대학교 대학원 목표와 학생들의 인재상, 대학원생 핵심역량, 대학원 이수학점, 종합시험, 외국어시험, 학위논문, 대학원생 비교과 교육과정 프로그램 등 성공적인 대학원 생활 등을 위한 신입생 가이드북을 제작하여 배부하였으며, 2차년도에는 우수한 논문을 게재한 대학원생에게 BK21 논문상을 수상하였으며, 멘토링프로그램, 인재장학금 및 PNU Fellowship을 지원하여 국내·외 우수 대학원생에 대한 장학 지원을 확대하였음.

1) 참여대학원생 장학금 지원을 통한 우수대학원생 유치 환경 조성

우수한 연구역량을 가진 본 교육연구팀 석박사과정의 참여대학원생에게 안정적인 연구 환경을 조성하고, 창의적인 연구 의욕 고취 및 연구 역량 극대화를 독려하기 위하여 장학금을 아래와 같이 지원하였으며, 당해연도 사업 기간 (2021. 09. 01 - 2022. 08. 31)의 총사업비 184,570,000원 중 인건비 93,280,000원을 지원하여 인건비 비율 50.54%를 차지하였음.

참여대학원생명	과정	참여기간 및 인건비 지급액	
김소담	박사수료	2차년도 (2021.09~2022.02)	3,000,000
		3차년도 (2022.03~2022.08)	7,440,000
김민재	박사수료	2차년도 (2021.09~2022.02)	6,000,000
		3차년도 (2022.03~2022.08)	7,640,000
이혜선	박사과정	2차년도 (2021.09~2022.02)	9,100,000
		3차년도 (2022.03~2022.03)	1,300,000
김다솜	박사과정	2차년도 (2021.09~2022.02)	6,500,000
김소영	박사과정	3차년도 (2022.03~2022.08)	7,800,000
공정은	석사과정	2차년도 (2021.09~2022.01)	4,200,000
박준우	석사과정	2차년도 (2021.09~2021.12)	4,750,000
이수진	석사과정	2차년도 (2021.09~2022.02)	4,900,000
정재원	석사과정	2차년도 (2021.09~2021.12)	4,750,000
최윤주	석사과정	2차년도 (2021.09~2022.02)	4,900,000
진유정	석사과정	3차년도 (2022.03~2022.08)	4,200,000
강수빈	석사과정	3차년도 (2022.03~2022.08)	4,200,000
노유정	석사과정	3차년도 (2022.03~2022.08)	4,200,000
설아윤	석사과정	3차년도 (2022.03~2022.08)	4,200,000
송희진	석사과정	3차년도 (2022.03~2022.08)	4,200,000

우수한 연구역량을 가진 본 교육연구팀 참여 석.박사과정 대학원생을 학문후속세대로 유치하고, 창의적인 연구 의욕 고취 및 연구 역량 극대화를 독려하기 위하여 장학금을 아래와 같이 지원함. 또한, 연구활동 참여와 연구조교(RA) 활동을 통하여 BK21 미참여 대학원생에 대한 지원 확대를 통해 연구에 전념할 수 있는 환경 마련과 우수 학생 유치 및 대학원 충원율 상승 효과를 가져옴.

참여자	참여 프로그램	연구주제	참여기간 사업비
정재원 (석사과정)	PNU-Fellowship	천연 페놀의 항산화력 분석을 통한 항산화 약물전달체용 분자 개발 및 노화 및 퇴행성 질환 적용	2021. 05 - 2022. 02 500천원
박준우 (석사과정)	PNU-Fellowship	노인성 질환을 위한 다중치료 약물을 하나의 플랫폼에 탑재하는 나노캡슐	2021. 05 - 2022. 02 500천원
김민재 (박사수료)	우수박사수료생 연구지원	프레그네놀론이 유방암에 미치는 영향 규명	2021. 06 - 2022. 01 6,000천원
정재식 (박사과정)	글로벌 연구역량 강화를 위한 연구조교	프로게스테론을 담지한 자궁조직 친화형 엑소좀 개발	2021. 06 - 2022. 02 3,600천원
이지안 (석사과정)	글로벌 연구역량 강화를 위한 연구조교	항암 치료용 약물 전달체 개발	2021. 06 - 2022. 02 2,800천원
정재식 (박사과정)	글로벌 연구역량 강화를 위한 연구조교	Exosome 내 steroid hormone의 존재 규명	2022. 05 - 2022. 08 2,400천원
이산하 (석사과정)	글로벌 연구역량 강화를 위한 연구조교	중간엽 줄기세포 (MSC)가 코팅된 마이크로니들을 이용한 피부 치료	2022. 04 - 2022. 08 2,000천원

2) 참여대학원생의 연구의욕 고취를 위한 BK21 우수논문상 시상

우수한 연구역량을 가진 BK21 참여 석.박사과정 대학원생의 연구성과에 대한 우수논문상을 수여하여 학술연구 지원을 확대하고 연구 및 논문 발표에 대한 의욕 고취와 향후 박사과정 및 학문후속세대의 연계로 연구활동을 이어갈 수 있도록 동기를 부여함. 본 교육연구팀의 김소담 (박사수료)이 아래표와 같은 연구주제로 우수인재 유치를 위한 BK21 우수논문상을 수상하였음.

수상자	참여 프로그램	연구주제	사업비
김소담 (박사수료)	우수인재 유치를 위한 BK21 우수논문상	휴대용 미세유체 장치를 위한 정밀 태엽 펌프 개발	500천원

3) 참여대학원생의 대학원 적응력 강화를 위한 석박사 학습튜터링 프로그램 운용

대학원생의 학업 적응 지원 강화를 통하여 중도 탈락을 방지하고, 대학원 적응력을 강화하고자 멘티-멘토로 팀을 형성하여 2021년 10월부터 현재까지 참여대학원생 박사과정 5명, 석사과정 10명이 참여하고 있으며, 팀별 다양한 주제로 학습 및 연구 노하우를 학습튜터링하여 대학원 적응력을 강화하였고, 실적은 아래의 표와 같음.

- 석박사 학습튜터링 프로그램 운영 현황

참여팀명 (참여자)	학습주제	참여기간 사업비
TCA-Helper팀 (김민재, 최윤주, 진유정)	인체질병 치료를 위한 신규물질 개발 및 효능평가	2021. 10 - 2021. 12 1,000천원
생체소재팀 (김소담, 이지안, 장상수)	생체소재를 이용한 다양한 약물전달체의 제조와 특성 분석	2021. 10 - 2021. 12 1,000천원
바이오일기팀 (김다솜, 공정은, 이수진)	항노화 물질의 효능평가 및 기전분석	2021. 10 - 2021. 12 1,000천원
페이스메이커팀 (김소영, 진유정, 송희진)	항비만 물질 조사 및 지방대사에 미치는 영향 분석	2022. 04 - 2022. 07 1,000천원
바이오프린팅팀 (김소담, 이지안, 장상수)	생체소재에 적용 가능한 바이오 잉크 제조와 3D 프린팅 기술	2022. 04 - 2022. 07 1,000천원

4) 참여대학원생의 연구몰입도 제고 및 전문인재로의 성장을 위한 PNU Star 선정

PNU Star는 BK21 대학원혁신사업의 인재양성 목표에 부합하는 지식공동체 선도 혁신인재의 양성을 목표로 자신의 교육 및 연구역량을 기반으로 목표와 꿈을 가진 글로벌 인재로 성장할 수 있는 기회 제공하고, 대학원생들의 연구몰입도 제고를 위해 실시되는 사업으로 BK21 참여대학원생 중에서 우수한 성과를 도출한 학생을 선정하여 상금 및 리더쉽프로그램에 참여할 수 있는 기회를 제공하는 프로그램으로 이수진(석사과정) 참여대학원생은 다음과 같은 우수한 연구성과를 달성하여 PNU star로 선정됨.

구분	내용	실적
SCI급논문	Antioxidants, Cell Adhesion & Migration 등	18편
KCI급 논문	Laboratory animal research	4편
연구장학생 선정	한국실험동물학회 연구장학생	1건
우수포스터상 선정	한국실험동물학회	3건
외국대학 강좌수강	UCLA, Foundation of physiology	1건

2.2.3. 교육연구팀의 우수대학원생 확보 실적을 통한 향후 추진 계획

○ 우수대학원생 확보를 위해 운영해 오고 있는 학부생의 Lab인턴프로그램, 졸업논문제도를 통해 대학원에 진학하였고, 이 대학원생들이 본 교육연구팀의 대학원생 지원 프로그램을 통해 BK우수논문상 및 PNU satr에 선정되었음을 고려하여, 학부생의 Lab인턴프로그램, 졸업논문제도를 내실화할 계획임. 반면, 학부생의 졸업논문제도(3,4학년 위주)와 인턴제도(1,2학년 위주) 사이의 공백으로 인해, 우수대학원생 확보에 어려움이 있었던 점을 감안하고, 두 프로그램의 브릿지 역할을 할 수 있는 써머스쿨, 윈터스쿨 운영 및 Lab 로테이션 시범운영을 통해 우수대학원생 확보를 위한 지속가능한 지원체계를 추진하고자 함.

○ 학부 단위로 공통 운영하는 학과학술제 운영에 있어서 BK 참여교수와 비참여교수 간 연계협력을 통해 대학원 과정에 지원하는 학부생 pool을 폭넓게 하며, 학술제 프로그램에 BK사업 소개 및 대학원생 지원체계 설명을 통해 학부생의 관심과 궁금한 사항을 해소할 계획임.

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2022.2월 졸업한 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2022년 2월 졸업자	석사	5				5	5	100
	박사	1				1	1	

2.3.1. 졸업자의 대표적 취업사례, 우수성

○ 2022년 2월과 배출한 대학원 졸업생은 석사 5명, 박사 1명 총 6명으로, 석사 졸업자는 글로벌 신약 개발기업 및 의약품 안전관련 정부기관에 취업하였으며, 박사 졸업자는 전남대학교 생체재료개발센터 박사 후 연구원으로 취업하여 취업률 100% 임. 6명의 졸업자 모두 전공 일치도가 높은 기관에 진학 및 취업하였음.

구체적인 진학 및 취업 내용은 아래와 같음.

○ **우수취업사례**

안성민 (전남대학교 생체재료개발센터, Biomaterial R&BD Center)

1) 연구 분야의 확장을 통한 전문성 획득

- 안성민 졸업생은 대학원 과정 동안에 비만, 자간전증, 조산 등의 다양한 인간 질환을 주제로 하여 질환 동물모델을 이용한 질환의 특성 및 메커니즘을 규명, 새로운 조기 진단 바이오마커 구축을 위한 연구를 수행하였음. 더불어 다양한 세포배양 및 실험동물분석기술, 조직분석기술, 분자생물학 기술 등을 획득하여 전공 분야에서 우수한 전문성을 갖추었음.
- 현재 박사후연구원 과정으로 전남대 생체재료개발센터에서 재직 중이며, 글로벌 비임상 실증 전문기관인 센터의 인프라를 활용하여 연구를 진행하고 있음. 특히, 기존에 진행해온 연구를 바탕으로 다양한 경험을 통해 질환 모델의 개발 및 유효성 평가 등에 필요한 관련 기술을 습득함으로써 연구의 가치를 증대시킬 수 있으며, 생체재료개발센터 비임상시험실 평가분석팀에서 비임상, 임상학적 질환 모델을 이용한 유효성 평가 등의 업무를 수행하고 있어 연구의 질과 전공 적합성이 우수함.

2) 전남대학교 생체재료개발센터(Biomaterial R&BD Center, BMC)는 '글로벌 비임상 실증 전문기관'으로서 의료기기/생체소재 부품 연구개발 및 비임상시험 지원을 통한 관련 제품 사업화에 기여하고 있으며, 국산 의료기기 관련 기업의 수요에 기반하여, 의료기기 개발의 준비단계부터 인허가컨설팅, 안전성과 유효성 평가를 비롯해 국내외 제품 상용화 지원까지 전주기 맞춤형 서비스를 제공하고 있음. 특히 의료기기 비임상시험 관련 전문 실증인프라를 기반으로 차별화된 의료 네트워크 및 생태계를 구축함으로써 인류건강증진 선도 센터로 도약하고자 함.

- 센터는 산업통상자원부 기반구축사업인 '치과형생체흡수성소재부품중소파트너지원사업'을 통해 구축한 전임상 평가 연구개발용 인프라(전임상 테스트베드, 맞춤형 기업 기술지원)를 바탕으로 운영하고 있음. 비임상 유효성 평가를 위한 일반 수술실, 치과 수술실, 미니피그사육실, 비글견사육실, 영상평가실, 조직시편분석실, 세포실험실, 기업협력공간이 확보되어 있으며, 구축된 공간을 활용하여 기보유 인프라 고도화 장비(전임상 평가를 위한 장비 총 41종 52대 가동 중)를 중심으로 전임상시험, 시뮬레이션, 데이터 확보 시스템 체계를 구축하고 있음.
- 최근 국제 가이드라인에 따라 실험동물의 사용 관리에 대한 수준을 인증해주는 세계적으로 권위 있는 국제기구인 국제 실험동물관리평가인증협회(AAALAC-I)로부터 동물 실험 및 실험동물관리프로그램에 대한 인증을 획득하여 신뢰성 있는 업무를 지원할 수 있는 글로벌 비임상 실증 전문기관으로서의 입지를 다짐.

○ **우수취업사례**

이수진 (동아ST)

1) 천연물의약품 개발과 관련된 전문성 확보

신약개발은 세포 수준에서 약효와 독성 평가, 동물모델을 이용한 약효평가, 세포와 조직시료로부터 추출한 단백질 등의 분자생물학적 분석 및 연구 결과의 통계 분석 능력 등이 필수적으로 요구됨. 이수진 대학원생은 항암, 항염증, 항노화, 항비만 등 다양한 연구과제에 참여하여 실험설계, 동물실험, 조직분석 등에 대한 전문성을 확보하였으며, 이와 관련하여 H&E, IF, IHC 등의 조직분석, PCR, Western blot, ELISA, FACS 등 다양한 분자생물학적 분석기술을 갖추었음. 이를 기반으로 식품의약품안전처 등 5개 이상의 국가연구개발과제에 참여하였으며, Antioxidants 등 SCI급 국제전문논문 18편, KCI급 국내전문논문 4편을 게재하는 우수한 성과를 달성하였고, 실험동물장학생과 우수포스터상을 수상함. 또한, BK사업에 참여한 우수 대학원생에게 수여하는 PNU-star로 선정되는 등 BK사업에서도 많은 우수한 성과들 달성함.

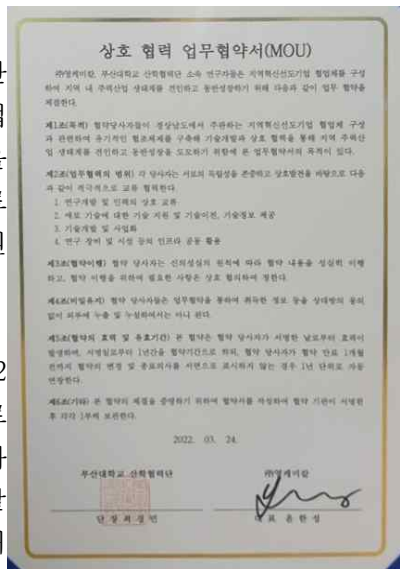
2) **동아ST**는 동아제약의 지주회사 전환에 따라 출발한 전문의약품(ETC) 전문기업으로 국내 의약품 매출이 10위권에 있는 전통적인 제약회사이다. 동아ST는 혁신적 신약개발을 통한 Global Healthcare 기업으로, 세계적 수준의 연구소와 뛰어난 역량의 인재를 중심으로한 최적의 연구 인프라를 운영하고 있음. 특히, 면역 항암제와 치매 치료제 등 인류의 생명연장과 완치 그리고 환자와 그 가족들의 고통을 덜어내기 위한 신약개발을 지원하고 있으며, "Healthcare산업 내 고객 니즈를 충족시키는 혁신적 제품과 서비스 개발" 이라는 비전을 갖고, 창조적 아이디어로 혁신적 과학 기반의 글로벌 제품을 개발하는 전문 연구 조직으로 현재, 의약품, 식품, 건강기능식품, 화장품, 의료기기 등 헬스케어 모든 영역에서 소비자 건강을 위한 제품 개발 및 신소재(천연물 · 유산균 등) 확보 연구 등에 매진하고 있음. 이 연구소의 제품연구팀에서는 약효물질전달 및 소비자친화 기술 적용제품의 연구, 브랜드 제품(박카스, 노스카나 등) Extension 연구, 플랫폼 신기술연구(3D프린팅, 피부전달기술) 등을 추진하고 있으며, 소재연구팀은 천연물/프로바이오틱스 소재연구(건강기능식품, 화장품)과 친환경추출제법 기술연구 등을 추진하고 있는 우수한 기업임. 이수진 학생은 대학원과정에서 천연물소재의 개발 및 효능평가 기술 등에 대한 전문성을 획득하여 동아ST 신약연구팀에 2022년 6월에 입사하여 연구개발에 매진하고 있음.

2.3.2. 졸업자의 취(창)업 증진을 위한 향후 추진 계획

○ 참여대학원생의 산업체 현장 실무능력 배양을 위한 산업체 인턴 프로그램 추진

2022년 동계기간(2023년 1~2월), 산업체 인턴 프로그램을 지원하여 바이오소재 전공 학업과 연계한 실무능력 배양 및 실버질환 맞춤형 바이오소재 분야로의 취업증진을 위해 추진할 계획임. 부산소재 바이오기술기업인 ㈜에스엔비아에 동계인턴으로 참여하여 광경화성 조직대체재 개발을 위한 실험설계 및 소재개발과정 등을 경험시킬 계획임. 특히, 의료기기 개발을 위한 실험 프로토콜 작성과 인허가과정에 필요한 지식을 습득하고, 다양한 실무 경험을 통하여 기업밀착형 교육을 모색하여 산학 연계 연구를 강화하고 현장 맞춤형 우수한 인력의 취업을 유도하고자 함.

○ 참여대학원생의 취업 증진 환경구축을 위한 산업체와의 MOU 체결


상호 협력 업무협약서(MOU)

2022. 03. 24.

국내 최대 규모의 의료용 밴드 제조 회사인 ㈜영케미칼(대표이사 윤한성)과 '의료용 창상피복재 개발을 위한 항균원료 연구개발' 에 관한 업무협약 체결(2022년 3월)을 바탕으로, 지역기반 기업과의 협업체 구성을 통해 참여대학원생의 취업 증진에 기여할 수 있을 것으로 기대됨. 의료관련 지역문제 해결을 위한 연구를 협력하고, 이런 과제에 참여대학원생이 참여함으로써, 취업 증진 환경을 구축할 계획임.

○ 국내 우수 연구기관에서의 단기연수 지원

- 본 교육연구팀의 참여대학원생 김소담(박사수료)은 2022년 8월부터 12월까지 전라북도 정읍에 위치한 한국원자력연구원에 연수연구원으로 참여하여, 항암 치료용 방사선 소재개발을 진행할 예정임. 한국원자력연구원은 국제적인 수준 의 방사선 동위원소를 생산하고 관리할 수 있는 기관으로, 최근 안전성과 효능이 뛰어난 Cu-67 동위원소를 국내 최초로 생산을 시작하였음. 연수기간동안 방사선 취급 및 분석에 대한 교육과정을 이수할 예정이며, 이를 바탕으로 세계최초의 주입형 방사선 마이크로겔 개발에 대한 연구를 진행할 예정임.

- 본 교육연구팀의 참여대학원생 김민재(박사수료)는 2022년 하반기 안전성평가연구소에 국내 파견을 통해 연구원으로 참여할 예정임. 안전성평가연구소는 GLP 독성시험의 국제화를 통하여 국민의 안전을 확보하고 제약, 바이오 산업 발전 및 인력양성, 바이오 산업 발전과 인력양성에 선도적 역할을 수행하고 있음. 또한 국제적 독성시험 역량을 바탕으로 차세대 독성평가 원천기술 개발을 선도하고 시험기술 개발과 인프라의 혁신으로 국가산업의 성장 견인에 앞장서고 있는 연구소임. 이 중에서도 첨단독성 연구본부는

표준화된 독성 시험을 수행하여 인체 유해성을 예측하는 시험연구를 수행하고 있으며 특히, 다양한 바이오의약품 및 화학물질 등이 인간에 미치는 영향을 평가하기 위하여 여러 실험계 (인체줄기세포, 동물세포, 미생물균주, 실험동물 등)를 통하여 검증된 선진연구기법을 적용하여 전신독성 또는 표적장기에 미치는 손상 정도를 분석 평가하고 있음. 인구 고령화가 진행됨에 따라 우리나라의 질병구조에 영향을 미쳤으며 질환의 발생률뿐만 아니라 다양성 또한 증가하고 있는 추세임. 이를 극복하기 위해 효능은 극대화하면서 부작용은 최소화할 수 있는 고령층 맞춤 치료제 및 플랫폼의 개발이 요구되고 있음. 하지만 고령층의 경우 체내 수분량 감소, 신장 기능 약화, 기저 질환의 존재등의 이유로 약물 부작용에 더 취약함. 그럼에도 불구하고 고령자들에서의 약물복용 적정량에 대한 연구는 충분히 이루어지지 않고 있음. 따라서 안전성평가연구소 파견을 통해 독성기전, 생식독성, 장기독성, 독성병리, 분석동태 등의 다양한 독성 연구 분야에 대해 적절한 실험 방법을 습득시키고자 하며 고령화에 적합한 맞춤형 독성 평가 방법을 배움으로써 사회의 고령화에 맞는 약물 및 플랫폼 개발에 이바지하고자 함.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

3.1.1. 참여대학원생의 연구 수월성 증진을 위한 지원 실적

1) 연구능력 배양을 위한 지원

○ 본 교육연구팀은 연구능력 배양을 위한 지원을 위하여 **국제공동연구 기반 조성을 위한 석학초청, 국제학술대회 참여, innovation course 참여를 통한 연구 활동 지원 등을 계획하였음.**

- 국내 · 외 학술대회 참여

참여대학원생들이 국제적으로 연구되고 있는 과제들의 연구 동향을 파악할 수 있도록 국제학술대회 참여를 지원하였고 당해연도 사업기간(2021. 09. 01 - 2022. 08. 31)중 한국고분자학회에서 참여대학원생 박준우(석사과정)가 구두발표 1건, 박사과정 및 석사과정 참여대학원생들의 국내외 학술대회에서 9건의 학술대회 포스터 발표 실적을 나타냄.

- 국제공동연구 기반 조성을 위한 석학초청

참여대학원생의 연구 수월성 증진을 위한 방안으로써, 해외석학 초빙을 통한 대학원생의 국제공동연구기반을 조성하고 함. 본 교육연구팀의 해외석학 초빙 실적은 아래표와 같음.

해외석학 초빙을 통한 대학원생의 공동연구기반 조성

일시	해외학자	강연제목	소속 학교	소속 국가
2021.10.27	Su Ryon Shin	Micro/Nano engineered biomaterials for manufacturing bimimetic tissues and biomedical applications	Harvard Medical School	USA
2021.11.25	Jinsang Kim	25 Years of research and educational experience in functional organic and polymeric materials in US institutes	University of Michigan	USA
2022.01.21	Sehyung Park	Fructose metabolism in diet induced obese mice model	University of Kentucky	USA

- Innovation course 참여를 통한 연구활동 지원

대학원생의 연구활동을 지원하기 위하여 대학원생 중심의 연구팀을 구성하여 Innovation course에 참여, 연구 활동을 지원하였으며, 대학원의 다양한 전공과의 연계를 통한 융합연구 및 프로젝트를 활성화하여 지역과 글로벌 사회 문제 해결을 위한 실제적이고 실천적 학문연구를 통하여 지역, 사회 문제를 해결하고자 하였으며 그 실적은 아래와 같음.

참여자	연구주제 주요내용	운영기간 사업비
공정은 이수진 최윤주 (석사과정)	해양수산물인 감태추출물의 항암제로서 개발가능성 연구	2021. 06 - 2021. 12
	부산지역 해양수산물인 감태추출물이 결장암의 성장억제에 미치는 영향과 작용기전을 평가하여 항암제로서의 가능성을 규명하여 지역의 해양생물소재를 이용한 새로운 효능을 규명함으로 새로운 해양생물소재의 활용 가능성을 증진하였고, 부작용이 적은 천연 항암제 발굴함으로서 기존항암제의 대체제로의 활용 가능성을 발견함.	5,000천원
진유정 노유정 (석사과정)	공기 중 미세플라스틱이 폐조직의 염증반응에 미치는 영향 평가	2022. 05 - 2023. 12
	부산, 울산, 경남지역은 해양환경 내 미세플라스틱이 전국적으로 가장 많이 분포하고 있어 잠재적인 인체위해성으로 이어지는 지역문제로 여겨지고 있으며, 지역문제 해결을 위한 연구로서의 중요성이 높아지고 있음. 본 프로그램은 공기 중 함유된 폴리스텔렌 미세플라스틱을 ICR마우스에 흡입하게 하여 폐조직의 염증에 미치는 영향을 분석함으로서 미세플라스틱의 위해성을 평가하고자 하는 연구 목표를 수행함.. 또한 본 교육연구팀의 참여대학원생이 조직분석 및 염증반응평가를 수행하고, 나노메카트로닉스공학과 대학원생이 미세플라스틱 소재의 특성분석을 수행하는 공동연구를 진행함.	5,000천원
송희진 설아윤 (석사과정)	신규 천연물 변비 치료제 발굴 및 효능 평가	2022. 05 - 2023. 12
	노인 인구 급증에 따른 다양한 노인성 질환에 대한 대책이 필요하고, 특히 노인에게 흔히 발생하는 변비는 심각한 지역사회 문제로 대두될 수 있어 적절한 대처가 필요함. 본 연구에서는 변비질환모델 동물을 이용하여 청솔방울 추출물의 변비치료제로서의 효능 평가 및 작용 기전 연구를 목표로 하여 프로그램을 수행중이며, 새로운 변비 치료제의 소재 발굴과 효능평가를 통하여 부작용이 없는 천연추출물로부터 추출한 기능성 성분의 생리활성 및 변비 치료 효능을 평가하여 새로운 소재의 변비 치료제를 개발할 수 있을 것으로 기대됨.	5,000천원

2) 논문작성 능력 배양을 위한 지원

- 논문게재료 지원

논문작성 지원을 위하여 아래와 같이 1건의 논문게재료를 지원하였으며 국제학술지인 'Antioxidants'에 게재하였음.

참여자	일시	내 역	지원금액
이수진 (석사과정)	2021.05.14	Antioxidants 국제학술지 논문게재료 지원	2,429,612원

- 저술활동 증진 프로그램 참여지원

영문 논문작성 능력 배양을 위하여 '영어학술발표 & 커뮤니케이션 스킬업 기초과정과 심화과정'에 참여대학원생 전원이 참여하였음.

운영기간	참여 프로그램	프로그램 주제	참여자
2021.09.16.-24	(글로벌 연구역량) 영어논문작성	영어학술발표 & 커뮤니케이션 스킬업 기초	참여대학원생 전원
		영어학술발표 & 커뮤니케이션 스킬업 심화	참여대학원생 전원

3) 대학원생 생활 향상을 위한 지원

- 성과급제도를 통한 연구사기 진작

참여대학원생 들의 연구사기 진작을 위하여 성과급을 아래표와 같이 지급하였음. 이는 제정된 사업단 운영 규정에 따라 논문, 특허 및 기술이전에 대한 연구성과에 따라 차등 지급하였으며 이를 통하여 대학원생 생활 향상을 제고하고, 연구 의욕을 고취하였고, 2차년도 참여대학원생의 성과급 지급상황은 아래와 같음 (2022년 2월)

이름	항목	항목별 점수	총점	등급	성과급
김민재	SCIE 논문	1	1	B	30만원
김소담	SCIE 논문	1.5	2.5	A	42.86만원
	특허 등록	1			
공정은	SCIE 논문	2	2	A	42.86만원
박준우	SCIE 논문	1.5	1.5	B	30만원
이수진	SCIE 논문	5	5	S	55.71만원
정재원	SCIE 논문	3	3	A	42.86만원
최윤주	SCIE 논문	8	8	S	55.71만원

- 글로벌 미래 인재 양성을 위한 특강 참여

대학원생 핵심역량의 다변화로 융합형 글로벌 인재를 양성하기 위한 비교과 특강에 본 사업팀의 참여대학원생이 적극적으로 참여하였으며, 미래 지향형 역량 개발뿐 아니라 대학원 생활의 스트레스 및 효과적인 감정 관리에 관한 감정코칭 특강에 참여하였으며 참여실적은 아래와 같음.

운영기간	참여 프로그램	프로그램 주제	참여자
2021. 10. 28	연구성과 도출을 위한 연구 특강 (정재승 교수)	인공지능시대, 미래의 기회를 탐하다	김소담 (박사수료)
			김다솜 (박사과정)
2021. 12. 13 - 12. 16	학문후속세대 강의 역량 강화를 위한 멘토링 프로그램 명강의 교수기법과정	명강의 교수기법	김소담 (박사수료)
2022. 05. 26	PNU 감정코칭 특강	대학원생의 스트레스 및 감정 관리를 위한 효과적인 방법	김민재 (박사수료)
			김소영 (박사과정)
2022. 06. 09	사회적 리더역량, 미리인재특강 프로그램	Amazon의 성장원리와 일하는 방식	김민재 (박사수료)

- 석박사 학습 튜터링 프로그램 운영

참여 대학원생의 적응 능력을 배양시키기 위하여 석사 박사과정 학생간, 석박사 학습 튜터링 프로그램을 수행하고 있으며 그 실적은 아래와 같음.

참여팀명 (참여자)	학습주제	참여기간
		사업비
TCA-Helper팀 (김민재, 최윤주, 진유정)	인체질병 치료를 위한 신규물질 개발 및 효능평가	2021. 10 - 2021. 12
		1,000천원
생체소재팀 (김소담, 이지안, 장상수)	생체소재를 이용한 다양한 약물전달체의 제조와 특성 분석	2021. 10 - 2021. 12
		1,000천원
바이오일기팀 (김다솜, 공정은, 이수진)	항노화 물질의 효능평가 및 기전분석	2021. 10 - 2021. 12
		1,000천원
페이스메이커팀 (김소영, 진유정, 송희진)	항비만 물질 조사 및 지방대사에 미치는 영향 분석	2022. 04 - 2022. 07
		1,000천원
바이오프린팅팀 (김소담, 이지안, 장상수)	생체소재에 적용 가능한 바이오 잉크 제조와 3D 프린팅 기술	2022. 04 - 2022. 07
		1,000천원

3.1.2. 참여대학원생의 연구 수월성 증진을 위한 향후 추진 계획

○ 참여 대학원생의 연구 수월성 증진을 위하여 본 연구팀은 세가지 지원방향을 설정하여 체계적으로 연구 수월성을 증진시키고자 함: 1) 연구능력 배양을 위한 지원 2) 논문작성 능력 배양을 위한 지원 3)대학원생 생활 향상을 위한 지원

○ 1, 2차년도에 지원했던 해외석학 초빙을 통한 대학원생의 공동연구기반 조성을 바탕으로 연구 네트워크를 유지하면서 미국 하버드대학교, 미국 미시건대학교, 미국 캔자스대학교와의 공동연구를 진행하고, 필요시 공동연구실 또는 연수를 통해 실험데이터 공유 및 양자간 정보, 인력 교류를 활성화 하고자 함.

○ 해외 우수연구기관에서의 단기연수 지원의 경우 코로나19 상황으로 해외 우수기관의 단기연수가 힘든 여건이며 상황 변동에 맞추어 기존에 계획한 미국 하버드대학교, 미국 워싱턴대학교, 미시건대학교, 캐나다 멕길대학교 등의 국외 우수 연구기관에서의 연수(매년 우수대학원생 1명을 선정)과정을 지원할 계획임.

3.1.3. 참여대학원생의 대표연구실적

○ 참여대학원생의 연구실적 계획 대비 실적 분석

저명학술지 논문의 계량적 수치는 계획에서 정량적 목표로 잡은 주요 수치(1인당 논문환산편수, 1인당 환산보정IF, 1인당 환산보정ES)를 중심으로 분석한 결과는 아래표와 같음.

항목	계획	실적	
	2차년도 (7차년도)	평균	대표연구실적
1인당 논문환산편수	0.335 (0.370)	0.283	0.266
1인당 환산보정IF	0.163 (0.180)	0.306	0.323
1인당 환산보정ES	0.234 (-)	13.389	9.817

참여대학원생의 논문은 총 9편이 게재되었고, 대표논문실적은 6.5편(박사1편, 석사0.5편)으로 계상하였으며, 1인당 논문환산편수: 계획(0.335)대비 평균적인 연구실적(0.283)이 달성되었음. 1인당 환산보정IF: 계획(0.163)대비 평균적인 연구실적(0.306)이 초과 달성하였음. 1인당 환산보정ES: 계획(0.234) 대비 평균적인 연구실적(13.389)이 초과달성 되었음. 1인당 논문환산편수가 계획대비 낮은 수치를 달성했지만, 1인당 환산보정IF와 1인당 환산보정ES수치가 계획대비 월등히 높아짐. 이는 공동연구를 통해 연구의 질적 수준 향상에 따른 결과값으로 분석됨. 1인당 환산보정IF, 1인당 환산보정ES 수치는 계획시점과 실적분석 시점의 환산보정IF 계산기준이 상이하여 절대적 비교는 어려울 것으로 판단됨.

○ 참여대학원생의 대표연구실적

1) 김민재 대학원생 저명학술지 논문의 우수성 (Minoxidil-loaded hyaluronic acid dissolving microneedles to alleviate hair loss in an alopecia animal model)

- 대표연구업적물의 창의성 · 혁신성

김민재 대학원생의 저명학술지 논문은 고령화로 인해 빈번히 발생하는 탈모를 치료하기 위한 소재로써 히알루론산이 모유두 세포의 증식과 활성에 효과적임을 확인하였으며 이를 활용한 새로운 탈모 치료 플랫폼인 마이크로니들을 개발하고 탈모에 효과적임을 증명한 우수 연구로써 창의적이고 도전적으로 수행되었음.

본 연구에서는, 이를 개선하기 위해 서방형 방출 약물전달 시스템인 마이크로니들을 개발하였으며 세포 및 동물 수준에서 모발 성장 관련 효능 평가를 수행하였음. 마이크로니들 시스템 구축 소재로써 생체적합성 및 안전성이 뛰어나며 탈모에 효과적인 히알루론산을 선정하였음. 연구 결과, 히알루론산이 모낭 발달

을 조절하는 모유두 세포의 cell-cell 부착은 증가시키고 cell-substratum 부착은 감소시킴으로써 증식, 이동, 응집을 증가시킨다는 것을 확인할 수 있었음. 히알루론산에 의한 모유두 세포의 현상은 CD44와 Akt의 인산화를 매개로 이루어진다는 것을 규명하였음. 또한 화학요법을 통해 유도한 탈모 동물 모델에 히알루론산을 적용하였을 때 모발의 손실을 감소시켰음. 해당 결과를 바탕으로 미녹시딜을 담지하고 있는 히알루론산 기반 마이크로니들을 동물 모델에 적용하였을 때, 마이크로니들이 담지하고 있는 미녹시딜의 양이 기존 도포제 양의 10%임에도 불구하고 모발의 성장에 더 나은 효과를 나타내었음. 본 연구에서 개발한 히알루론산 기반 마이크로니들은 탈모 치료제인 미녹시딜의 양과 부작용을 획기적으로 줄이면서도 탈모 치료 효과는 극대화할 수 있는 고효율 탈모 치료용 바이오소재로 사용될 것으로 기대됨.

- 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

초고령화 시대를 맞아 국내 탈모 환자 수는 2019년 기준 23만 3,628만명으로 2015년 대비 15% 증가하였으며 탈모 치료제 관련 시장이 급격히 커지고 있음. 해당 분야에서 사용되고 있는 치료제로써 미녹시딜이라는 약물이 존재하지만 낮은 흡수율과 부작용에 대한 한계점으로 효과가 미비한 실정임. 본 연구에서 개발한 미녹시딜 담지 히알루론산 기반 마이크로니들은 기존 도포양의 10%만으로 더 나은 흡수 및 발모효과를 나타냄을 확인함으로써 해당 연구는 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 부합하는 것으로 평가됨.

- 해당연구분야의 기여정도

해당연구가 게재된 Acta Biomaterialia저널은 2005년 SCE급에 등재된 이후 **IF 10.633으로서 재료공학, 바이오소재(MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS)에 저널랭킹 4위이며 상위 7.6%에 해당하는 우수논문**임.

2) 정재원 대학원생 저명학술지 논문의 우수성 (Promoting Effects of Titanium Implants Coated with *Dipterocarpus tuberculatus* Extract on Osseointegration)

- 대표연구업적물의 창의성 · 혁신성

정재원 대학원생의 저명학술지 논문의 우수성은 의료기기 전문기업 덴티스와의 공동연구를 통해 새로운 식물추출물을 임플란트 표면처리제로 활용하여 치과용 임플란트의 골유착능 향상을 증명에 기여하는 연구로써 창의적이고 도전적으로 수행되었음.

본 연구는 식물성 천연페놀성분의 금속기질에 대한 뛰어난 접착성을 모방하여 티타늄 임플란트에 코팅시키고, 이를 통해 주변부 골세포 접착과 조직내 골유착능이 향상됨을 밝힘. Dipterocarpus tuberculatus 라 불리는 동남아지역에서 발견되는 식물추출물(이하 MED)은 한국생명공학연구원 식물추출물은행에서 지원을 받음. 기존 치과용 임플란트로 주로 쓰이는 티타늄소재는 UV나 산처리를 통해 친수화 시켜 골유착능을 향상 시키게 되는데, 이는 수일내 대기환경에서 소수성으로 되돌아감을 확인할 수 있었음. 하지만, MED를 코팅시킨 후에는 표면젖음성이 장기간(3주 이상) 유지됨을 확인할 수 있었음. 기존 상용화되고 있는 티타늄 임플란트 그룹, 오존처리를 통해 친수화시킨 그룹, MED로 코팅시킨 그룹으로 나누어 세포접착성, 세포접착성관련 인자발현정도를 비교하였음. MED코팅그룹의 경우, 표면부착된 골세포의 개수가 많아짐을 확인할 수 있었고, 세포부착과 관련된 인자들도 비교그룹들에 비해 최소 1.4배이상 증가발현됨. 마우스 모델을 통해 MED 코팅시킨 그룹의 경우, 새로운 골층 형성, 골수, 조직재생이 상대적으로 잘 일어나고 있음을 확인함. 이번 연구는 고령화 시대에 급증하는 치아건강과 관련되어 식물추출물의 임플란트 표면처리제로서의 가능성 입증과 동시에 생체내 이식소재 개발에 중요한 처리법 제시가 될 것으로 기대됨.

- 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

본 연구에서 개발한 임플란트 표면처리제는 치과용 임플란트 시장이 초고령화 시대를 맞아 치아를 대체하는 임플란트 이식술과 함께 급격히 커지고 있음. 해당 분야에서는 티타늄기반 임플란트소재와 골조직 사이의 골유착능이 부족하여 이식 전·후에 발생하는 염증, 조직의 괴사, 또는 임플란트가 탈락되는 현상이 발생하고 있는데, 이의 골접합력을 향상시키는 효과를 확인함으로써 연구는 교육연구팀의 비전과 목표에 매우 부합하는 것으로 평가됨.

- **해당연구분야의 기여정도**

해당 연구가 게재된 ACS Biomaterials Science & Engineering저널은 2015년 SCIE급에 등재된 이후 **IF 4.749(2021년 기준)로서 재료공학, 바이오소재(MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS) 분야에 저널랭킹 17위이며** 학술지의 긍정적인 리뷰피드백을 통해 저널커버에 선정되었음.

3.1.4. 참여대학원생의 대표연구실적 분석을 통한 향후 추진 계획

○ 사회 및 기업체 요구 충족 연구 및 융합 연구를 통하여 우수연구실적 도출

- 참여대학원생의 지속적인 연구실적(저명학술지 논문, 학술대회, 특허, 기술이전, 창업)관리 및 질적 우수성 제고를 위해 매월 연구실적 모니터링 시스템을 통해 체계적인 관리가 이루어지고 있으며, 향후 지속적인 연구실적 관리가 수행될 예정임.

-김민재 대학원생의 대표실적 분석을 통한 향후 추진계획

젊은 층의 출산율은 계속 떨어지는 반면 의학 기술 발달 및 생활 수준 향상으로 인해 평균 수명이 증가하여 노인 인구층이 급격하게 증가하고 있는 상황임. 따라서 젊음을 유지하거나 젊게 보이게 하려는 미적 욕구가 노령층에서도 증가하고 있음. 나이가 들면서 모발을 유지하는데 관여하는 세포들의 기능이 젊은 시절에 비해 떨어짐. 이에 따라 모발 성장 유전자의 기능 감소, 모발 영양공급 기능 감소, 하이드로테스토스테론에 대한 민감도 증가 등의 다양한 원인에 의해 노화로 인한 탈모가 발생함. 탈모 치료제로써 미녹시딜, 피나스테라이드, 효모 등의 다양한 소재들이 활용되고 있지만 여전히 흡수율, 부작용과 같은 한계점을 극복하는데 어려움이 존재하여 사회적으로 많은 연구가 진행되고 있음. 이를 해결하기 위해 양**승윤 교수와의 융합연구를 통하여 미녹시딜 담지 마이크로니들을 탈모치료제의 새로운 플랫폼으로써 개발하였음.** 해당 플랫폼의 개발 및 효능 평가를 위해 in vitro, in vivo 단계를 체계적으로 진행하였으며 이를 통해 유의적으며 효과적인 소재를 빠른 시간안에 스크리닝 할 수 있었으며 연구의 우수성을 인정 받아 Acta Biomaterialia 저널(IF 10.633)에 게재될 수 있었음. 본 연구가 우수논문에 게제될 수 있었던 이유는 1. 노인 인구 증가에 따른 사회적으로 요구되는 연구였고 2. 소재와 바이오분야의 융합 연구였기 때문이라고 여겨짐. 따라서 차후 본 연구팀은 실버세대에서 지속적으로 요구되는 융합연구를 통해서 더 우수한 논문에 연구성과를 게재할 수 있도록 계획하고 있음. 또한 임상연구와의 추가 융합을 통하여 실용적인 연구를 수행하고자 함.

- 정재원 대학원생의 대표실적 분석을 통한 향후 추진계획

본 참여대학원생의 연구는 초고령화 시대를 맞아 치아를 대체하는 임플란트 이식술의 증가와 함께 산업체의 수요(골조직과 임플란트의 골접합력의 향상이 필요한 상황임)를 반영한 연구주제임. 이에 따라, **의료기기 전문기업 덴티스와의 공동연구를 통해 새로운 식물추출물을 임플란트 표면처리제로 활용하여 치과용 임플란트의 골유착능 향상을 증명에 기여하는 연구**로써 설계되었음. 이와 같이 산업체의 수요를 반영하는 형태로써 창의적이고 도전적으로 수행되었음. 본 연구가 저명학술지의 저널커버로 선정될 수 있을 정도도 우수논문으로 인정 받은 것은, 산업체에서 필요로 하는 기술 수요를 잘 파악했고, 의료기기 업체 및 해외연구기관과의 국제공동연구를 했기 때문인 것으로 분석됨. 따라서, 실버질환 관련 산업체의 기술수요조사를 통해 산업에서 필요로 하는 기술을 파악하고, 관련 기업체 및 국제 공동연구를 통해 연구를 수행할 계획임.

○ 코로나 상황에 따라 해외 우수연구기관에서의 단기연수를 지원하여 연구의 질적 우수성을 높이고, 대학원생의 국제화 공동연구 기반을 조성할 계획임.

○ 대학원생의 연구 수월성을 위해 본부 지원 프로그램(국제학술대회 발표 지원, 우수논문게재 장려금, 대학원생 연구성과 발표회 및 우수논문 시상, PNU-Fellowship, 우수대학원생 장학금 등)을 적극적으로 활용할 계획임.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

3.2.1. 참여대학원생 학술대회 대표실적

○ 참여대학원생의 학술대회 대표실적

1) 이혜선 대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

- 학술대회 대표실적의 창의성 · 혁신성

오늘날, 신속하면서도 효과적인 상처의 봉합을 위하여 봉합사를 조직접착제로 대체하고자 하는 많은 시도가 이루어지고 있음. 봉합사를 이용한 기존 봉합술의 경우, 장시간이 소요되며 바늘에 의한 추가적인 2차 상처가 발생하며 국소부위에 적용하기 어렵다는 단점이 있음. 뿐만 아니라, 원천적인 밀봉이 어렵기 때문에 외부 감염원에 의한 염증이 발생하기 쉬움. 이러한 기존의 한계점을 극복하기 위하여 다양한 조직접착제들이 개발되어져왔으나, 안구에 사용할 수 있을 만큼 젖은 점막조직에서 접착력이 우수하고, 투명도가 높고, 이물반응이 낮은 소재는 개발되지 않은 실정임. 또한 기존의 조직접착제는 적용과 동시에 경화가 진행되기 때문에 적용부위의 가공성이 떨어지고 접착시점의 조절이 어려웠음. 해당 연구에서는 생체적합성이 우수한 히알루론산 (Hyaluornic acid)의 고분자 사슬에 길이가 서로 다른 광가교성 그룹 (methacrylate; MA, pentaacrylate; PA)을 도입하여 안구용 조직접착제를 개발하였음. 본 연구에서 개발된 물질은 짧고 긴 작용기를 모두 지니고 있어 단단하면서도 유연한 물성을 지녀, 견고한 접착을 유지하면서도 외부 자극에 의한 변형을 버틸 수 있음. 또한, 광원에 의해서만 경화가 되기 때문에 임상의의 판단에 따라 적기에 의료현장에서 5초 이내 신속히 접착할 수 있었으며, in vitro 동물 실험에서 우수한 조직재생효과를 나타내었음. 이러한 천연고분자 기반 조직접착제는 투명하고 이물반응이 낮을 뿐만 아니라 젖은 표면에서 신속하고 우수한 접착력을 지니므로 차후 안구용 조직접착제로서 안질환 치료를 제공할 수 있을 것으로 기대됨. 해당 연구는 2022년 한국고분자학회 춘계학술대회에 발표하여 연구의 우수성을 인정받아 최우수논문발표상을 수상하였음.

2) 최윤주 한국실험동물학회 젊은과학자상 수상 대표실적의 우수성

- 학술대회 대표실적의 창의성 · 혁신성

사람에서 빈발하는 만성변비질환은 대장이나 항문에서 신경성 문제와 막힘뿐만 아니라 평활근과 GI호르몬의 기능저하로 발생한다. 또한, 변비질환의 유사한 증상은 Loperamide, clonidine, morphine, opioid receptor antagonist, clozapine, carbon 등 다양한 화합물질이나 약물의 투여 후에도 관찰됨. 그러나 이러한 질환의 새로운 원인에 대한 연구는 매우 부족한 상황이다. 따라서, 본 연구에서는 만성변비질환의 새로운 원인으로서 미세플라스틱의 가능성과 작용기전을 평가하고자 하였으며, 이를 위해 2주 동안 미세플라스틱(0.5 μm 폴리스틸렌)을 경구투여한 후 ICR마우스에서 중요한 변비지표들을 관찰됨. 그 결과, 수분섭취량, 변의 무게, 변의 수분량, 변의 모형 등의 유의적인 변화는 미세플라스틱을 투여한 ICR마우스에서 관찰됨. 또한, 장운동, 장의 길이는 미세플라스틱을 투여한 그룹에서 감소하였으며, 대장의 조직학적 구조와 세포학적 구조의 변화도 미세플라스틱 처리그룹에서 유의적으로 결과를 나타냄. 더불어 미세플라스틱을 투여한 마우스는 장조절호르몬의 농도, muscarinic acetylcholine receptors (mAChRs)의 발현 그리고 이들의 하위신호전달과정의 조절에서 변비질환과 유사한 증상을 나타남. 클로라이드 이온농도와 이들 이온채널(CFTR and CIC-2)의 발현은 미세플라스틱을 처리한 그룹에서 감소하였으며, 수분운반을 위한 aquaporin (AQP)과 8의 발현도 저해되었고, 이들의 하위신호전달과정인 mitogen-activated protein kinase (MAPK)/nuclear factor (NF)-κB를 억제하였다. 이러한 실험결과는 폴리스틸렌 미세플라스틱의 투여는 대장의 운동, 뮤신의 분비, 클로라이드이온과 수분운반의 조절기능 이상을 초래하여 만성변비질환을 유도할 수 있음을 세계 최초로 제시하고 있다. 이러한 연구 결과는 우수성과 참신성을 인정받아 2022년 7월 20일부터 23일까지 제주국제컨벤션센터에서 개최된 KALAS International Symposium에서 젊은과학자상을 수상하였음.

3.2.2. 참여대학원생의 학술대회 대표실적 분석을 통한 향후 추진 계획

- 코로나 상황으로 학술대회의 참여가 어려웠지만, 지속적인 연구 지원과 학술대회 참여 기회를 확대하여 우수성과가 도출되고 있음. 국내에서 규모가 크고 권위가 있는 한국고분자학회 및 실험동물학회에서 2건의 학술대회 수상 실적과 더불어 다수의 학생이 학술대회에 참여하여 우수한 연구결과를 발표하였음.
- 특히, 수상한 내용을 분석한 결과 병원 및 다양한 연구기관과의 공동연구를 통해 얻어진 연구결과 도출하였음. 향후에도 임상과 관련되어 실질적인 연구를 진행하고 해외 기관 등 다양한 연구기관과의 공동연구를 확대할 예정임.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

3.3.1. 참여대학원생 특허, 기술이전 대표실적

○ 참여대학원생의 특허, 기술이전 대표실적

1) 김소담 대학원생 특허실적 우수성

- 특허 실적의 창의성 · 혁신성

최근 국소 부위에 다양한 약물을 전달하는 주입형 약물 전달기술이 많이 관심을 받고 있음. 특히, 약물을 포함하는 하이드로젤 제형으로 제조할 경우, 약물의 서방형 방출을 달성할 수 있어 더 높은 약물치료 효과를 기대할 수 있음. 이를 위해, 주사기로 주입 가능한 수십 마이크론 크기의 마이크로젤을 제조하여 약물 전달에 활용하는데, 기존의 에멀젼을 이용한 제조방식은 과정이 복잡하고 몸속에서 독성을 나타내는 계면활성제나 유상액의 사용이 적용에 걸림돌로 작용하고 있음. 결국, 국소부위에 잘 머무르는 성질을 가지면서도, 인체 사용에 무해한 마이크로겔제조 기술의 개발이 필요함. 본 특허는 기존 마이크로겔 제조 기술의 문제점을 해결하기 위해, 수 cm 크기의 벌크 하이드로젤(bulk hydrogel)을 침지법을 이용하여 불순물을 제거하고. 망(mesh)의 구멍을 통해 압출하는 간단한 탑-다운(top-down) 공정을 도입하여 조직부착형 생분해성 마이크로젤을 제조하는 기술을 제안하였음.

김소담 참여대학원생은 “조직부착형 생분해성 마이크로젤 및 이의 제조방법”의 특허에 발명자로 참여하였고. 해당 특허는 2022년 4월에 특허 등록되었음 (국내특허 10-2386655).

3.3.2. 참여대학원생의 특허, 기술이전 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

- 당해연도의 기술이전 및 특허등록 실적을 분석한 결과, 수요기업과의 매칭을 통한 공백기술 파악과 공동 연구의 전략이 주요한 것으로 파악됨. 향후 기업체와의 정기적인 교류 및 산학 워크샵을 통해 수요자 중심의 연구를 진행할 예정임.
- 또한, 대학 본부 및 산학협력단 연계 프로그램(대학원혁신지원사업, LINC 3.0 등)을 적극 활용하여 참여 대학원생들의 기술사업화에 대한 기회를 제공하고, 특허, 기술이전, 창업 실적도출을 위한 지원을 할 계획임.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

3.4.1. 신진연구인력 현황 및 실적

○ 신진연구인력 현황 및 실적

본 교육연구팀에서는 바이오소재분야 세계 100대 대학 진입을 달성하기 위하여 우수한 박사후 연구원을 아래표와 같이 2020년 1명, 2021년 1명, 2022년 1명 채용하였음.

참여 신진연구인력 수(명)	확보 현황		
	2020년	2021년	2022년
박사후 연구원	1	1	1
누계	1	2	3

2차년도 신진연구인력의 양성을 위하여 사업팀 전담 계약교수로 박소해 박사를 채용하였음. 채용된 박소해 박사는 부산대학교 식품영양학과에서 박사학위를 취득하여 부산대학교 노인생활연구소, 김치연구소, 웰빙제품연구센터 등에서 연구원으로 근무한 경력이 있으며, 부산대학교 식품영양학과에서 시간강사를 수행한 경험이 있음. 채용 이후 천연물의 성분분석이나 약물 전달과정에서 약물 분석 등의 공동연구를 수행 중이며, 정부연구과제 신청, 연구성과 모니터링 시스템 구축, 사업단 기업워크샵 추진, 연차보고서 작성 등의 업무를 수행하고 있음. 본 교육연구팀에서는 우수 신진연구인력 인건비를 월 300만원 지급하였고, 사업팀내의 연구의 활성화와 대학원생과의 연구효율율 높이기 위하여 신진연구인력을 멘토, 박사과정 수료생을 멘티로 지정하여 논문 작성법, 연구 및 강의에 대한 기초 지식을 효율적으로 전달하는 기회를 마련하였음. (연2회 멘토링 프로그램 참여)

연구 활성화를 위하여 개인 연구공간을 제공하고, 공동연구실 이용, 개인PC, 프린터, 집기 및 연구전반 등에 대한 신진 연구인력 인프라를 지원하였음. 학과 내 공동연구실의 사용으로 기자재 및 실험재료를 사용하여 적극적인 공동연구를 지원하였음.

3.4.2. 신진연구인력 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

신진연구인력의 연구역량강화를 위하여 국내외 학회 참석, 연구장비 공동활용지원센터 운용, 참여교수의 공동연구 전략을 수립하고, 국제공동연구 지원사업, 연구논문의 지원 확대 등의 신진연구인력 지원을 다양한 방면으로 지속적으로 할 예정임.

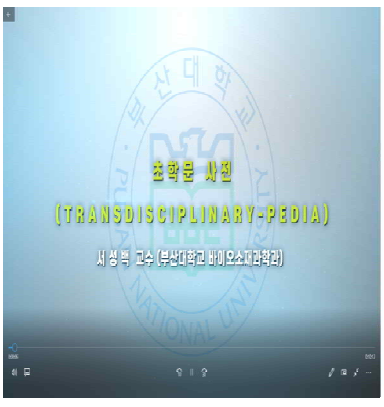
5. 참여교수의 교육역량 대표실적

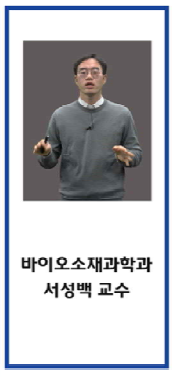
3.5.1. 참여교수의 교육역량 대표실적

○ **참여교수의 교육역량 대표실적**

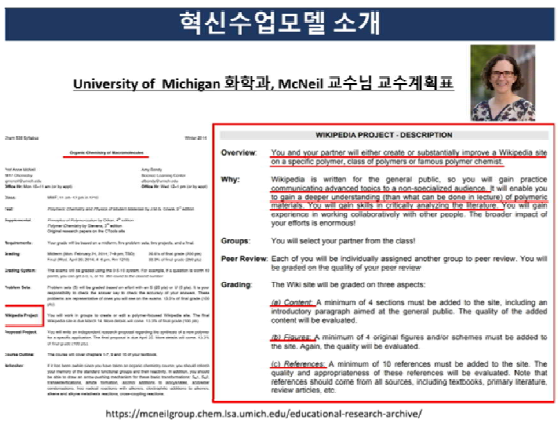
1) 서성백 교수의 대학원 혁신수업모델 개발 공유 발표

2022년 2월, 개발한 대학원 혁신수업모델(초학문 사전, Transdisciplinary-pedia)을 공개강의를 통해 수업모델을 공유하였음. 바이오소재과학과 대학원의 특성을 반영할 수 있는 수업모델을 개발하는데 초점을 둠. 바이오소재 학문의 주요 내용은 생물학(Biology)과 소재학(Materials)이 융합된 교과목으로 구성되어 있는데, 대학원 과정에서는 연구적으로나 실제 현장에서 쓰이고 있는 학문의 경계를 넘나드는 지식과 정보들을 필요로 함. 따라서, 초월적 학문이해를 바탕으로 수업 참여자가 온라인으로 지속적으로 편집함으로써 완성도 있는 지식을 만들어가는 과정, 학생주도적 학습의 개념을 갖고 있는 수업모델을 개발하고 이를 공유하는 강의를 함. 위키피디아와 같은 기존 플랫폼을 활용하여 대학원생별 편집과정보를 공유하는게 가능했기 때문에, 온라인을 통해서도 팀별 프로젝트 수행이 가능했음.



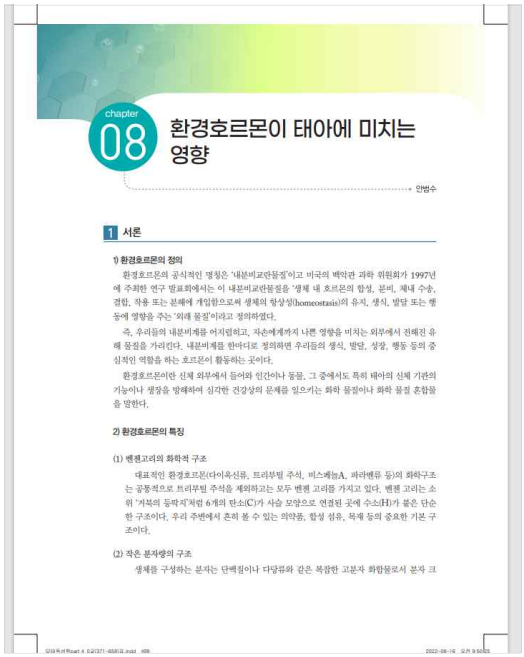


바이오소재과학과
서성백 교수



2) 안범수 교수의 ‘모태독성학’ 저서 집필

2009년 이전, 임신부들이 약물 등에 노출된 후 기형발생에 대한 두려움으로 받은 불필요한 인공임신중절이 연간 4만건 정도로 추산되었음. 이처럼 임신부, 수유부 그리고 예비임신부부는 약물, 알코올, 흡연 등의 유해물질에 대한 노출에 민감하게 반응함. 과거에는 이러한 독성 물질 관련 정보를 과학적 자료에 근거하여 접하기가 쉽지 않고 체계적으로 관련 지식을 습득할 수 있는 교재가 없었기 때문에 불필요한 인공임신중절이 시행되고 건강한 출산이 이루어지기 힘들었음. 따라서 출산을 준비하는 이들에게 전임상 및 임상 연구 데이터를 기반으로 산모에게 독성으로 작용할 수 있는 물질에 대한 정보를 제공하기 위해 ‘모태독성학’을 집필하였음.



chapter 08 환경호르몬이 태아에 미치는 영향

안범수

1 서론

1) 환경호르몬의 정의

환경호르몬의 공식적인 명칭은 '내분비교란물질'이고 미국의 백악관 과학 위원회가 1997년에 주최한 연구 발표회에서는 이 내분비교란물질을 '생체 내 호르몬의 합성, 분비, 체내 수송, 결합, 작용 또는 분해에 개입함으로써 생체의 항상성(homeostasis)의 유지, 생식, 발달 또는 행동에 영향을 주는 '외래 물질'이라고 정의하였다.

즉, 우리들의 내분비계를 어지럽히고, 자손에게까지 나쁜 영향을 미치는 외부에서 전해진 유해 물질을 가리킨다. 내분비계를 한마디로 정의하면 우리들의 생식, 발달, 성장, 행동 등의 중심적인 역할을 하는 호르몬이 활동하는 곳이다.

환경호르몬이란 신체 외부에서 들어와 인간이나 동물, 그 중에서도 특히 태아의 신체 기관의 기능이나 생장을 방해하여 심각한 건강상의 문제를 일으키는 화학 물질이나 화학 물질 혼합물을 말한다.

2) 환경호르몬의 특징

(1) 벤젠고리의 화학적 구조

대표적인 환경호르몬(다이옥신류, 트리부틸 주석, 비스페놀A, 파라벤류 등)의 화학구조는 공통적으로 트리부틸 주석을 제외하고는 모두 벤젠 고리를 가지고 있다. 벤젠 고리는 소위 '거북의 등딱지'처럼 6개의 탄소(C)가 사슬 모양으로 연결된 곳에 수소(H)가 붙은 단순한 구조이다. 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 의약품, 합성 섬유, 목재 등의 중요한 기본 구조이다.

(2) 작은 분자량의 구조

생체를 구성하는 분자는 단백질이나 다당류와 같은 복잡한 고분자 화합물로서 분자 크

3.5.2. 참여교수의 교육역량 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

○ 노인성 질환 적용을 위한 항노화 바이오 소재 개발에 필요한 ‘한국의 차도구’ 저서를 집필하고자 함. 노화는 신체 내 세포의 산화와 밀접한 관련이 있으며, 항노화는 곧 항산화라고도 할 수 있음. 폴리페놀은 항산화를 유발하는 대표적인 물질로, 산화물질인 활성산소를 제거함으로써 산화를 억제하고 노화를 지연시킴. 차에는 폴리페놀 성분이 다량 함유되어 있으므로 차를 마시는 것은 별도의 의학적·약물적 처치 없이 식이를 통해 노화를 예방하는 방법이 될 수 있음. 안범수 교수는 항노화를 목적으로 차 문화를 활성화하기 위해 바이오소재에 따른 차도구의 차이에 대한 분석을 위해 ‘한국의 차도구’를 집필하고 있으며 출판 예정임.

6. 교육의 국제화 전략

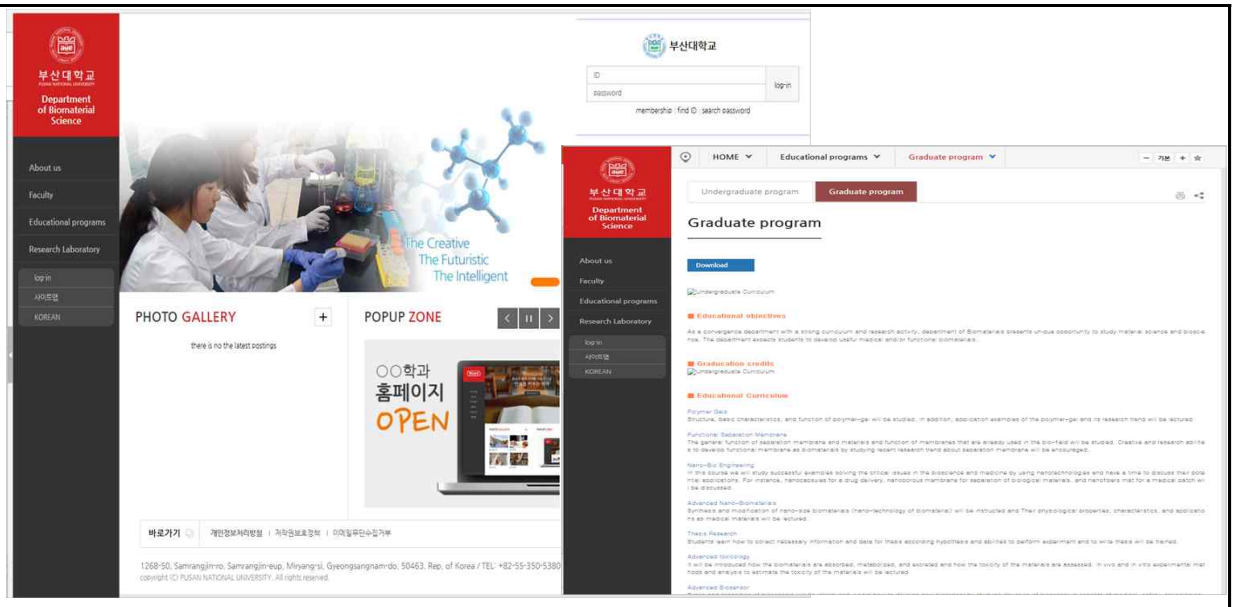
① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

3.6.1. 교육프로그램의 국제화 현황

○ **외국인 학생 유치를 위한 활동강화**

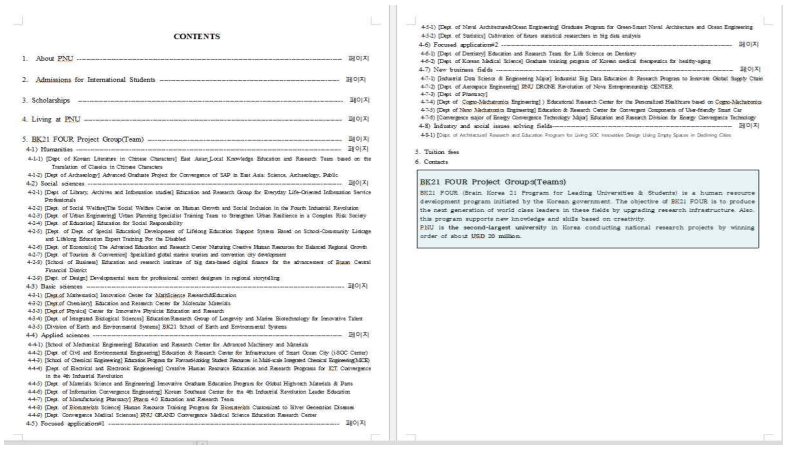
1) 학부 및 대학원 영문 홈페이지 업데이트

본 연구팀은 외국인 학생 유치를 장려하기 위하여 학부 및 대학원생을 위한 바이오소재학과 영문 홈페이지를 업데이트 하였음. 차후 지속적으로 영문 홈페이지를 업데이트하여 외국인 학생 유치를 위한 활동을 강화할 계획이며, 본 **교육연구팀의 영문 홈페이지 개설도 추진**할 예정임 (2022년 10월)



2) 학과 소개용 브로셔 제작

본 연구팀은 외국인 학생 유치를 도모하기 위하여 영문 및 중국으로 학과 소개용 브로셔를 제작하여 배포하였음. 영문 팀이름은 Human Resource Training Program for Biomaterials Customized to Silver Generation Diseases, 중문 팀 이름은 老年病定制型生物材料研究人力开发项目组으로 참여. 매년 브로셔 배포를 통하여 지속적 홍보를 수행할 예정임.

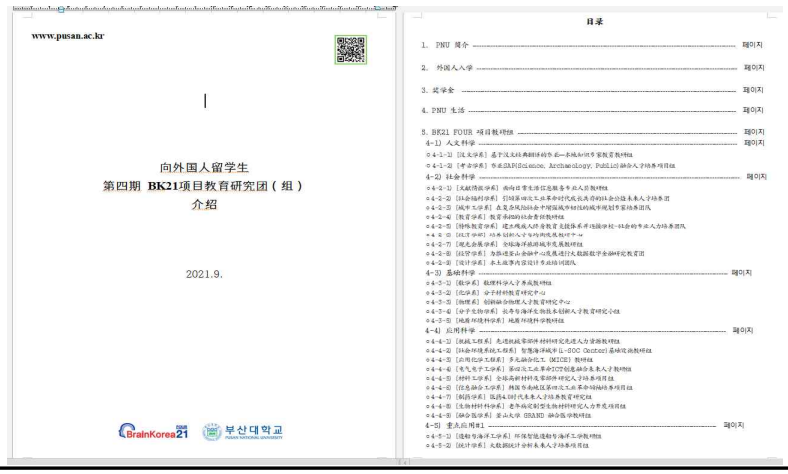

CONTENTS

1. About PNU ---- 페이지
2. Admissions for International Students ---- 페이지
3. Scholarships ---- 페이지
4. Living at PNU ---- 페이지
5. BK21 FOUR Project Group(Team) ---- 페이지

BK21 FOUR Project Group(Teams)

BK21 FOUR (Brain Korea 21 Program for Leading Universities & Students) is a human resource development program initiated by the Korean government. The objective of BK21 FOUR is to produce the next generation of world class leaders in these fields by upgrading research infrastructure. Also, this program supports new knowledge and skills based on creativity.
PNU is the second-largest university in Korea conducting national research projects by winning order of about USD 20 million.

5. Tuition fees
6. Contacts


www.pusan.ac.kr

向外国人留学生
第四期 BK21项目教育研究团（组）
介绍

2021.9.

BrainKorea21 부산대학교

目录

1. PNU 简介 ---- 页码
2. 外国人入学 ---- 页码
3. 奖学金 ---- 页码
4. PNU 生活 ---- 页码
5. BK21 FOUR 项目教研组 ---- 页码
4-1) 人文科学 ---- 页码
4-2) 社会科学 ---- 页码
4-3) 基础科学 ---- 页码
4-4) 应用科学 ---- 页码
4-5) 重点应用对象 ---- 页码

3) 부산대학교 국제처 외국인 학생 유치활동 적극참여

- 국제처에서 매년 실시하는 외국인 특별전형계획에 대학원생 모집계획을 제출하고, 중국, 미얀마, 카자흐스탄, 몽골 등에서 실시하는 입학설명회에 참여하였음
- 2022년 4월에 실시한 「미얀마 교육부 추천자 일반대학원 외국인 특별전형」에서는 BK21교육연구단 참여학과에 응모한 학생에게는 한해 초기정학지원금 지원 등의 혜택이 있었으나 검토결과 인프라 여건 등을 고려하여 차년도부터 추진하기로 함

○ 외국인 학생 학습 수월성 증진을 위한 프로그램 구축

1) 석박사 학습 튜터링 프로그램 확대

- 현재 석사 박사과정 학생간, 석박사 학습 튜터링 프로그램을 수행하고 있으며, 차후 외국인 학생이 참여 시 프로그램을 확대하여 외국인-한국학생의 학습 튜터링 프로그램을 운영하고자 함

참여팀명 (참여자)	학습주제	참여기간 사업비
TCA-Helper팀 (김민재, 최윤주, 진유정)	인체질병 치료를 위한 신규물질 개발 및 효능평가	2021. 10 - 2021. 12 1,000천원
생체소재팀 (김소담, 이지안, 장상수)	생체소재를 이용한 다양한 약물전달체의 제조와 특성 분석	2021. 10 - 2021. 12 1,000천원
바이오일기팀 (김다솜, 공정은, 이수진)	항노화 물질의 효능평가 및 기전분석	2021. 10 - 2021. 12 1,000천원
페이스메이커팀 (김소영, 진유정, 송희진)	항비만 물질 조사 및 지방대사에 미치는 영향 분석	2022. 04 - 2022. 07 1,000천원
바이오프린팅팀 (김소담, 이지안, 장상수)	생체소재에 적용 가능한 바이오 잉크 제조와 3D 프린팅 기술	2022. 04 - 2022. 07 1,000천원

2) 외국인 교육프로그램을 위한 영어강의 확대

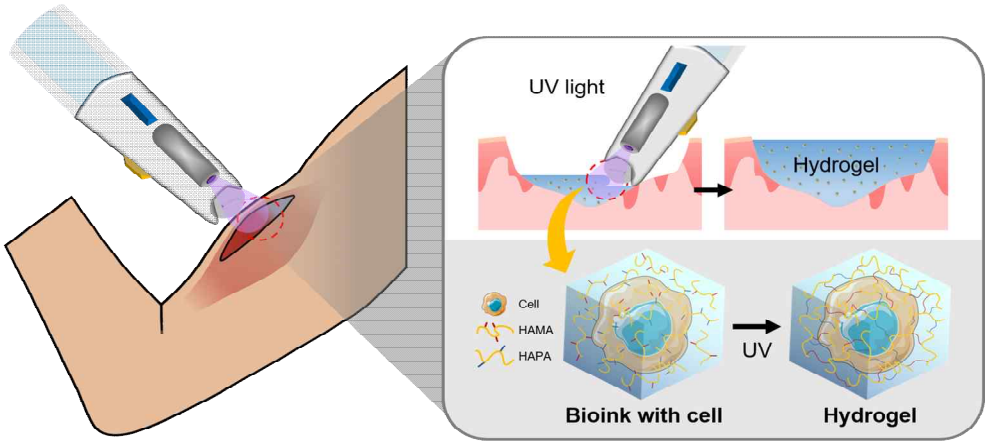
본 연구팀은 외국인 학생을 위하여 현재 모든 대학원 강의를 영어로 수행하고 있으며, 영어강의 실적은 아래와 같음. 또한 외국인 학생 유치를 도모하기 위하여 지속적으로 영어강의를 확대하고자 함

개설년도	영어강의 교과목명	교과목 번호	학점
2021년 1학기	노인의학 특론	LB76169	3
	대사성질환 특론	LB76171	3
	빅데이터와 통계처리	LB76173	3
	의료재료와 기기의 생체적합성	LB76180	3
	현장진단형 센서	LB76185	3
2021년 2학기	골질환재생소재	LB76167	3
	소취기술융합특론	LB76176	3
	실버헬스케어테크놀로지	LB76177	3
	연구설계	LB76179	3
2022년 1학기	첨단바이오소재특론	LB73045	3
	바이오의약품개발특론	LB76172	3
	치의료용임플란트소재특론	LB76183	3

○ **외국 연구소 및 대학과의 협력사업을 통한 인적 교류 확대**

1) 한-인도 국제공동 연구 및 인력 교류프로그램

- "조직모사 3D 바이오프린팅을 위한 고속 경화와 면역제어가 가능한 바이오잉크 개발" 을 위하여 인도 IIT Delhi의 Sourabh Ghosh 교수와 함께 국제 공동연구를 추진 중.
- 생체 재료와 3D 프린팅 분야의 전문성을 지닌 두 연구진의 상호 교류를 통해 생체적합성이 높으면서 인쇄적성이 우수한 바이오잉크 소재를 개발하고 (그림 X), 인력 (인도 방문 1회) 및 기술 교류(화상 회의 2회)를 진행.



[사진설명] 생체고분자 기반 광경화 바이오잉크를 이용한 in situ 바이오프린팅의 개념도

- 코로나 사태로 인해 화상회의 및 정기적인 서신 교류를 통해 연구성과를 공유하고 있으며, 공동논문 출판(authorship 공유) 및 도출한 성과에 대한 공동 특허 출원 예정.
- 공동연구에 참여하는 연구진과의 정보 공유, 공동연구 추진방향 및 향후 일정 논의를 위하여 아지시 찬드라세카란(연구교수)가 IIT Delhi를 방문함. (2021.01.24. ~ 2021.02.15.)


연차보고서



[사진설명] 과제진행 보고서 및 비대면 화상회의를 통한 연구 성과 공유.

2) 중국 허난대학 약학대학과 실버질환 천연물소재개발 공동연구

우리나라의 대장암 발병율은 OECD국가 중에서 가장 높으며, 이러한 원인은 우리나라 국민들의 식생활과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있으며, 특히 실버세대에서도 심각한 질병으로 인식

되고 있음. 본 연구팀의 황대연 교수는 중국 허난대학의 최선일 교수와 국제공동연구를 통하여 대장암 질환에 대한 새로운 치료 소재를 발굴하여 작용기전을 규명하였음. 본연구에서, Schisandra chinensis로부터 유래된 α-Cubebenoate는 마우스와 사람의 대장암 세포에서 apoptotic 세포의 수를 증가시켰으며, MAP kinase signaling pathway의 조절을 통하여 Bax, Bcl-2, Cas-3, Cleaved Cas-3 단백질의 발현 증가를 유도하였다. 또한, 이 물질은 PI3K/AKT signaling pathway의 조절을 통하여 CT26 migration을 억제하였으며, VEGFA, MMP2, MMP9 등 migration-연관 단백질의 발현을 억제하였음. 특히, α-Cubebenoate는 VEGFA발현이 세포결합 단백질의 하위신호 전달과정에서 FAK와 MLC 인산화 증가를 동반하였음. 이러한 연구 결과는 2022년에 국제전문 학술지인 Molecules (IF:4.412, 27(3):737)에 게재되었음.

3) 국가별 맞춤형 인력 교류

- 공동연구의 원활한 진행과 참여대학원생의 역량증진을 위해, 연구 분야에 맞추어 해외기관에 인력을 파견하고 공동연구를 진행하고자 함.
- 현재 참여대학원생 1명 (이혜선, 박사과정)의 국제 인적교류를 통한 공동연구를 진행하고 있으며, 해외연수 중인 참여대학원생은 Harvard Medical School, MIT과 같은 우수 연구기관에서 주최하는 바이오소재 분석 (이미징 기술 workshop, 바이오센싱 기술) 및 제조 기술 (3D 바이오프린팅)에 관한 단기 세미나 코스 수강 예정임.

3.6.2. 교육프로그램의 국제화 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

○ 본 연구팀은 현재 영문 홈페이지 제작 및 업데이트, 영문 및 중문 브로셔 제작, 부산대학교 국제처 활동 참여 및 외국인을 위한 교육프로그램 확대를 통하여 국제화전략을 수행하고 있고 또한 외국 연구소 및 대학과의 공동연구 수행으로 외국인 학생을 유치하고자 노력하고 있으나 코로나로 인하여 2021년 3명의 외국인 학생을 유치 실적은 달성하지 못하였음. 향후 국.내외 코로나 상황을 고려하여 실시할 예정임.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

3.6.3. 대학원생 국제공동연구 현황

○ 해외연구실 공동연구

1) 해외 우수연구실 (Harvard Medical School, Brigham and Women's Hospital, 신수련 교수팀)과의 공동연구 및 참여대학원생의 해외연수 파견 (2022. 06. 21.~)을 통하여 "광경화성 히알루론산의 골재생 메커니즘"에 관한 국제 공동연구를 진행 중임. 해외파견을 통한 선진 연구환경 경험 및 교육과정 참여를 통해 참여대학원생의 연구역량을 증진시키고자 하며, 공동 연구와 관련된 성과를 정기적으로 공유하고 논의하기 위해 화상 회의 및 서면 교류를 진행하고 있음.



[사진설명] 국제공동연구 개념도와 전자메일을 통한 연수 진행상황 보고.

2) 해외 우수연구실 (Kansas University, Department of Mechanical Enginerring, 권기범 교수팀)과의 공동연구 및 참여대학원생의 해외 장기연수를 통하여 글로벌 창의적 인재를 양성하기 위하여 대학원생 중 우수한 학생들에게 국외선진대학의 유사학과 및 연구소와 공동연구 할 수 있는 기회를 제공하고자, 2021년 10월 지원자 선발 과정을 거쳐 2차년도 참여대학원생 2명 (김소담, 김민재 - 박사수료생)이 2022년 1월 10일부터 1월 29일까지 미국 켄자스주 Kansas University와의 공동연구를 수행할 계획이었으나 코로나 확산에 따라 2022년 12월로 계획이 미루어진 상태임. 해외연구실 공동연구를 통하여 해외 연구기관과의 국제협력 기반을 조성하고 해외 연구실 공동연구를 통하여 국제경쟁력을 갖춘 우수한 학문 후속세대를 양성하고자 함.

3.6.4. 국제교류프로그램 현황

○ 해외석학 초청강연으로 미국 켄터키 대학교에서 연구를 수행중인 박세형 박사를 초청하여 Fructose metabolism in diet induced obese mice model의 주제로 강연하였음. 본 강연에서는 비알콜성 지방간의 문제점과 비만과의 상관관계를 주제로 다룸. 박세형 박사는 fructose와 glucose의 metabolism 신호체계와 그 조절 방법에 대해 소개하였으며, fructose의 대사효소인 keto hexokinase (KHK)를 knock down시켰을 때 fructose의 metabolism이 어떻게 조절되는지 연구함. 이를 동물실험과 세포 수준의 실험을 통해 평가한 결과, KHK의 신호 전달 체계를 교란시에 간에서의 lipid metabolism에 이상이 생기고, 이로 인하여 간에 독성을 유발한다는 기전을 확인하였음. 본 강연을 통해 참여한 학생들은 현대인에게서 많이 발병하는 질환인 비만에서의 fructose metabolism에 대한 기전에 대해 학습하였고, metabolism 분야의 연구자 및 교수들과 적극적인 토론을 진행하였음.

해외석학 초청강연

연도	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
목표					2	2	2
건수	2	2	3	3	2	3	1

일시	해외학자	강연제목	소속 학교	소속 국가
2021.10.27	Su Ryon Shin	Micro/Nano engineered biomaterials for manufacturing bimimetic tissues and biomedical applications	Harvard Medical School	USA
2021.11.25	Jinsang Kim	25 Years of research and educational experience in functional organic and polymeric materials in US institutes	University of Michigan	USA
2022.01.21	Sehyung Park	Fructose metabolism in diet induced obese mice model	University of Kentucky	USA

3.6.5. 국제공동연구 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

○ 비대면으로 공동연구가 진행되다 보니 당초 연구가 지연되고 성과달성이 저조함. 현재 참여 대학원생이 해외기관(하버드 의대)에서 연수를 진행하고 있고, 참여교수 (양승윤 교수)가 2023년 University of California, Irvine (UCI)에 장기파견을 갈 예정이라, 이 기회를 통해 공동연구를 좀 더 적극적으로 진행할 예정임.

○ 이와 더불어, 참여 학생의 단기 및 장기 연수를 적극적으로 유도하여 실질적인 공동연구가 될 수 있도록 지원할 예정임.

Ⅲ 연구역량 영역

□ 연구역량 대표 우수성과

○ 대표우수성과 안범수 교수의 “미녹시딜 담지 및 히알루론산 기반 용해성 마이크로니들을 이용한 탈모 치료 플랫폼 개발”

1) 대표우수논문의 창의성 · 혁신성

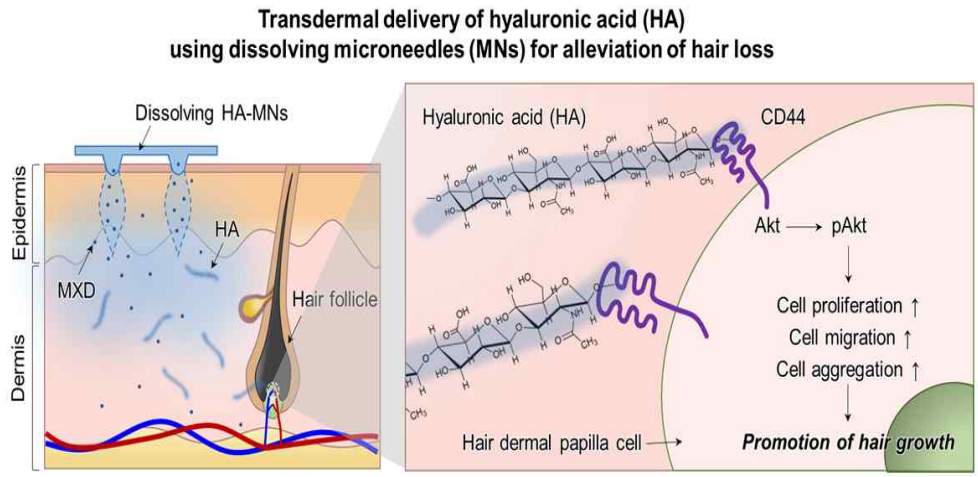
탈모는 초고령화 사회가 도래함에 따라 매년 증가하고 있는 질환으로, 2020년 기준 국내에서만 23.3만명이 탈모로 고통받고 있음. 탈모는 환자에게 심미적으로 악영향을 주어 심리적 위축 현상 및 사회적 고립을 유발하기도 함. 현재 탈모 치료에 사용되는 약물로는 미녹시딜이 있으나, 흡수율이 낮아 치료 효율이 우수하지 못하여 효과가 미비하며 흡수양을 증가시키기 위해 고농도로 사용시 각종 부작용을 유발하여 사용에 있어 한계가 있는 실정임. 본 교육연구팀에 참여하고 있는 안범수 교수와 연구진은 **마이크로니들에 미녹시딜을 담지하여 흡수율을 극대화시킨 히알루론산 기반 용해성 마이크로니들 패치를 제작하여, 기존 미녹시딜 도포양의 10%만으로도 더 우수한 흡수율 및 발모 효과를 검증함.** 본 연구팀에서 제작한 탈모 치료용 마이크로니들 패치는 기존의 도포법보다 약물의 양을 90% 감소시킬 뿐만 아니라 생체적합성 및 안전성이 뛰어나며 탈모 치료에 효과적인 히알루론산을 마이크로니들 소재로 사용하였음. 이를 통해, 부작용 위험은 획기적으로 감소시키며 발모 효과는 극대화 할 수 있었고, 경제성과 간편성을 확보할 수 있었음. 또한, 탈모 및 발모 관련 메커니즘을 규명해 내어 학문적으로도 가치가 높음. 본 연구에서는 히알루론산이 모낭 발달을 조절하는 모유두 세포의 cell-cell 부착은 증가시키고 cell-substratum 부착은 감소시킴으로써 증식, 이동, 응집을 증가시킨다는 것을 확인할 수 있었으며, 히알루론산에 의한 모유두 세포의 현상은 CD44와 Akt의 인산화를 매개로 이루어진다는 것을 규명하였음.

2) 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

초고령화 사회에 진입한 한국의 탈모 환자 수는 2019년 기준 23만 3,628만명으로 2015년 대비 15% 증가하였으며, 이에 따라 탈모 치료제 관련 시장이 급격히 커지고 있음. 탈모 치료를 위해 미녹시딜이라는 약물을 사용하고 있으나 낮은 흡수율과 부작용에 대한 한계가 명확하며 효과가 미비한 실정임. 본 연구에서 개발한 미녹시딜 담지 히알루론산 기반 마이크로니들은 기존 미녹시딜 도포양의 10%만으로 더 나은 흡수율과 발모효과를 나타냄. **새로운 탈모 치료 플랫폼을 개발함으로써 점차 심화되는 탈모 인구를 감소**시킬 수 있을 것으로 기대됨.

3) 해당연구분야의 기여정도

본 결과는 연구의 우수성을 인정받아 2022년 4월 **Acta Biomaterialia (IF 8.947 Biomedical enginnering 분야 10.67%)에 게재**되었음.



[사진설명] 미녹시딜 담지 히알루론산 기반 마이크로니들을 이용한 탈모 치료 메커니즘

○ **대표우수성과 양승윤 교수의 “광경화형 순간 안과 접착제 개발”**

(논문 제목 : User-demand fast-curable ocular glues enforced by multilength tunable networks)

1) 대표우수논문의 창의성 · 혁신성

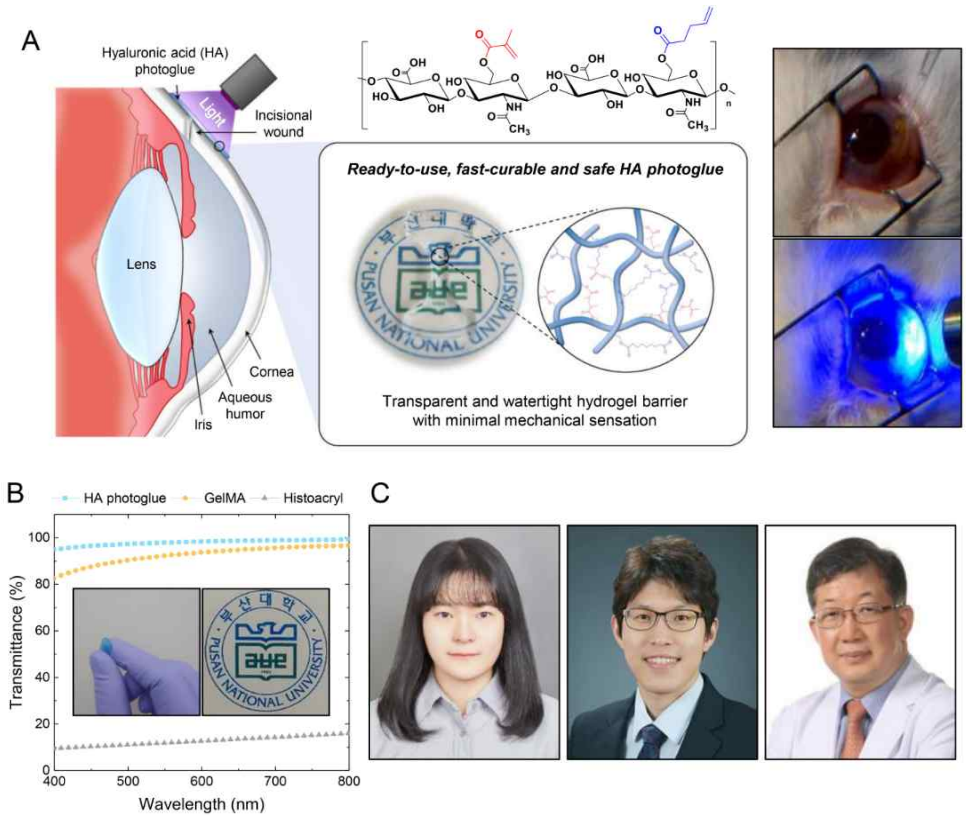
고령인구의 증가에 따라 백내장 및 녹내장과 같은 노인성 안질환 발병률 또한 함께 증가하는 추세이며, 이와 함께 외과적 수술이 필요한 환자도 많아지고 있음. 기존 임상에서는 봉합사를 이용한 방법이 보편적으로 사용되어지고 있으나 2차적인 상처를 유발하거나 염증을 발생시킬 수 있어, 수술 후 회복을 지연시킨다는 한계점이 있었음. 본 교육연구팀에 참여하고 있는 양승윤 교수와 연구진은 **길이가 서로 다른 광가교 그룹을 생체고분자 히알루론산 (Hyaluronic acid)에 도입하여, 견고하면서도 유연한 접착층을 지니며 수 초 이내 가교가 가능한 투명한 안구용 접착제를 개발함.** 다중 구조가 도입된 히알루론산 접착제는 우수한 생체적합성을 나타내었으며, 기존 인체의 안구와 유사한 기계적 물성과 광학적 특성을 지녔음. 생체에 안전한 조건에서 5초 이내에 신속한 경화가 가능하였고, 동물실험을 통해 개발된 바이오소재의 안전성 및 안정성과 개선된 회복효과를 확인하였음.

2) 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

다중 구조 광가교형 고분자 소재는 **신체노화로 인해 발병하는 노인성 안질환에서의 새로운 봉합 대체재로써, 물리적인 봉합 뿐만 아니라 수술 후 회복이 더딘 고령 환자의 조직 재생을 보조** 할 수 있을 것으로 기대됨.

3) 해당연구분야의 기여정도

본 결과는 연구의 우수성을 인정받아 2022년 4월 **Bioengineering & Translational Medicine (IF 10.711, Engineering, Biomedical 분야 3.93% 이내, JCR 2020년 기준)에 게재승인되었고, 다수의 언론사(연합뉴스, 매일경제 등)에 소개**되었음.



[사진설명] A. 다중구조가 도입된 광가교형 안구용 조직접착제의 개념도.
B. 유연성을 지닌 히알루론산 기반접착제의 사진 및 95%이상의 높은 광투과도를 나타낸 결과, C. 참여연구진

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2021. 9. 1.-2022. 8. 31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.~2022.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	2,482,298	1,134,485	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	595,059	83,236	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
참여교수 수	3	4	
1인당 총 연구비 수주액	1,025,786 (341,928/1년)	304,430	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

4.1.1. 참여교수 연구업적물 현황

○ 본 교육연구단은 사업 목표인 “바이오소재 분야의 세계 100위 대학원 진입”을 위해 연구업적물의 질적 우수성 향상에 초점을 맞추었고, 사업 기간의 실적은 아래 표와 같음.

연구분야지표	사업기간 (2021. 9. 1 - 2022 8. 31)	
	목표 (2차년도)	실적
1인당 상위 10% 논문편수	1	1
1인당 환산편수	1.70	1.79
1편당 환산보정 IF	0.083	0.322
연구비수주 (억)	2.74	3.04

○ 모든 연구지표에서 당초 목표를 달성하였고, 특히 논문의 질적 우수성을 나타내는 “1편당 환산보정 IF”에서 4배에 가까운 괄목한 향상을 이뤘음. 이는 교육연구단이 지속적으로 추진해 온 연구 업적물의 질적 우수성 향상에 대한 노력이 조금씩 결실을 맺고 있다고 판단됨. 연구비 수주 항목에서도 목표액의 10% 이상 향상된 결과를 달성하여, 수준 높은 연구를 진행하기 위한 기반을 지속적으로 조성할 수 있을 것으로 판단됨. 연구 업적물의 논문지표는 아래와 같음.

구분		최근5년간 평균 실적	사업기간 실적 (2021. 9. 1 - 2022 8. 31)
		참여교수 3명	참여교수 4명
논문편수	논문 총 편수	22.6	21
	논문의 환산 편수의 합	4.861	7.150
	참여교수 1인당 환산편수	1.620	1.788
Impact factor (IF)	IF=0이 아닌 논문 총 편수	22.6	21
	IF의 합	78.823	110.764
	환산보정 IF의 합	2.089	6.753
	논문 1편당 환산보정 IF	0.018	0.322
	참여교수 1인당 환산보정 IF	0.696	1.688
Eigenfactor Score (ES)	ES=0이 아닌 논문의 총 편수	22.6	21
	ES의 합	2.392	2.290
	환산 보정 ES의 합	3.615	119.985
	논문 1편당 환산보정 ES	0.032	8.489
	참여교수 1인당 환산보정 ES의 합	1.205	44.567

○ 논문의 질적 우수성과 관련된 지표(논문 1편당 환산보정 IF, 논문 1편당 환산보정 ES)에서, 최근 5년간 평균 실적과 대비하여 이번 사업 기간에 괄목한 향상을 이뤘음. 논문 총편수에서 다소 수치가 낮아졌지만, 변동 폭이 10% 이하이고 논문의 질적 향상을 위한 과정에서 나온 자연적인 수치 하락이라 판단됨. 노인성 질환과 관련되거나 사회적으로 이슈가 되고 있는 문제(미세플라스틱 등)에 관한 내용이 IF가 높은 저널에 출판되었으며, 상위 10%대에 출판된 참여교수의 대표 실적(2건)은 아래와 같음.

○ 참여교수 연구실적 대표 우수성과: 황대연 교수의 연구업적물 (Antioxidative Role of Hygrophila erecta (Brum. F.) Hochr. on UV-Induced Photoaging of Dermal Fibroblasts and Melanoma Cells)

1) 대표연구업적물의 창의성 · 혁신성

황대연 교수의 대표연구업적물은 최근에 급속한 산업의 발달과 환경오염에 의해 발생하는 오존층의 손실로 사람의 피부에 광범위하게 발생하는 광노화질환(Photoaging)에 대한 치료제를 천연물바이오 소재를 이용하여 치료하고자 하는 연구가 창의적이고 도전적으로 수행되었음. 광노화는 특히 여름철에 장시간 피부를 자외선이 포함된 강력한 태양빛에 노출함으로서 발생하며, 점진적으로 피부암 등으로 발전하여 심각한 사회문제로 인식되고 있음. 특히, 피부가 약한 실버세대에서는 광노화가 다양한 피부질병으로 발전하기 때문에 독성이나 부작용이 없고 안전한 천연 치료제의 개발이 시급히 요구되고 있음. 본 연구에 사용된 Hygrophila erecta (Brum. F.) Hochr.는 열대아시아, 인도네시아 등에서 야생에 분포하는 식물로서 전통의학에 일부 사용되고 있지만 효능에 대한 과학적인 규명은 신경생물학과 면역학분야의 일부에서만 이루어지고 있음. 본 연구에서는 methanol extracts of H. erecta (MEH)의 광노화 치료제로서의 새로운 효능을 평가하기 위하여, normal human dermal fibroblast (NHDF)세포와 melanoma B16F1세포에서 항산화방어시스템, 세포사, ECM의조절, 염증반응, 멜라닌 합성 등에서 변화를 분석하였다. 실험에 사용된 추출물은 4-methoxycinnamic

acid, 4-methoxybenzoic acid, methyl linoleate, asterriquinone C-1 등 4개의 bioactive compounds를 함유하고 있었으며, 높은 DPPH free radical scavenging activity(IC_{50} = 7.6769 μg/mL)를 나타내었음. MEH는 UV조사로 증가된 세포내 ROS의 생성, NO농도 증가, SOD활성증가, Nrf2 발현 증가를 방지하는 효과를 나타내었으며, 자살세포의 수의 감소, Bax/Bcl-2비율감소, cleaved Cas-3/Cas-3 비율감소 등이MEH-처리된 NHDF 세포에서 관찰되었음. 또한, MEH처리는 ECM disruption과 COX-2-induced iNOS mediated pathway저해를 방지하였고, 염증성 사이토카인 발현과 inflammasome 활성을 억제하였음. 최종적으로, MEH처리는 α-melanocyte-stimulating hormone (MSH)-stimulated B16F1 세포에서 melanin synthesis-involved genes과 tyrosinase activity을 저해하는 효과를 나타내었음. 이러한 결과를 종합해 보면, MEH는 UV 유도 광노화에 대해 우수한 치료 효과를 나타내며, 미래에 광노화 치료제로서의 개발에 대한 잠재력이 제시하는 최초의 우수논문임. 또한, 본 연구를 수행한 참여대학원생 이수진(석사과정)은 이러한 학문적 성과를 인정받아 동아ST에 취업에 성공하였음.

2) 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

노화질환은 실버세대에서 매우 빈번하게 발생하는 질환으로서 본 교육연구팀에서 추진하는 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발분야에 부합하는 연구임. 특히, 지구온난화와 탄소 배출의 증가로 오존층의 상실 증가 등으로 피부노화질환이 증가할 것으로 예상되어 새로운 치료제를 개발하고 작용기전을 분석하는 연구는 대표연구업적물에 매우 부합하는 것으로 평가됨.

3) 해당연구분야의 기여정도

해당연구가 게재된 Antioxidants 저널은 2016년 SCE급에 등재된 이후 **IF 6.313로서 의료분야에 저널 랭킹 6위이며 상위 9.68%에 해당하는 우수논문**임.

○ **참여교수 연구실적 대표 우수성과: 서성백 교수의 연구업적물 (In vivo impact assessment of orally administered polystyrene nanoplastics: biodistribution, toxicity, and inflammatory response in mice)**

1) 대표연구업적물의 창의성 · 혁신성

서성백 교수의 대표연구업적물은 구두로 섭취된 나노 크기의 미세플라스틱이 실험동물 쥐에서 장기 기관내 분포도와 이것에 의한 독성, 염증반응을 관찰한 연구임. 크기가 500nm 수준인 **형광성 미세플라스틱을 이용하여 장기 내 축적률을 정량화할 수 있는 측정법을 정립**하였으며, 축적된 미세플라스틱에 의해 염증반응이 나타난 것을 확인할 수 있었음. 간, 위, 장에서의 축적률 중 장이 가장 높았고 이에 비례하여 염증반응 및 산화스트레스를 유발하는 결과를 얻었음. 또한, 선행연구를 통해 개발된 탄닌산의 미세플라스틱 응집 제거 기술을 이용한 경우, **효율적인 미세플라스틱 제거가 가능했고, 훨씬 낮은 축적률과 염증반응을 나타냈음**.

2) 연구내용과 교육연구팀의 비전 및 목표의 부합성

고령화에 따른 실버세대의 경우, 기저질환자의 비율이 높고, 이 경우 나노 미세플라스틱이 미치는 영향이 있을 것으로 판단됨. 현재까지 미세플라스틱에 대한 연구들은 주로 제거, 분석, 세포 수준의 위해성 평가가 주를 이루어왔음. 본 연구에서는, 미세플라스틱이 인간에서 미치는 잠재적 위해성을 평가하기 위해 실험동물 쥐를 이용하여 장기별 축적률 및 염증 평가를 수행했음. 본 연구의 결과를 통해 나노 미세플라스틱이 염증 및 산화스트레스를 유발하였고, 이는 **실버세대 기저질환자에 미치는 잠재적 영향을 고려할 수 있는 결과임. 또한, 미세플라스틱 응집 제거기술을 통해 장기기관 내 축적률과 염증반응도 낮추는 효과가 기대됨**.

3) 해당연구분야의 기여정도

본 연구는 형광성 나노 미세플라스틱 비드를 이용하여 장기 내 축적률 정량화 측정법을 정립하였으며, 이러한 분석법은 추후 다양한 형태의 미세플라스틱 세포내 함입기전, 합입량 측정 및 이에 따른

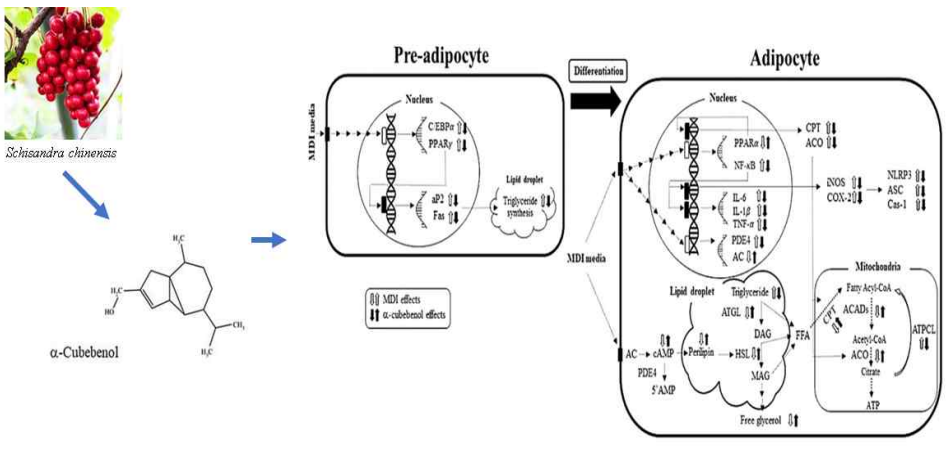
광범위한 독성치와의 연관성을 밝혀내는데 기여할 것으로 기대됨. 독성분야내 연구 우수성을 인정받아 2021년 11월 Nanotoxicology (**Toxicology 분야 상위 10.75%, IF 5.913**)에 게재됨.

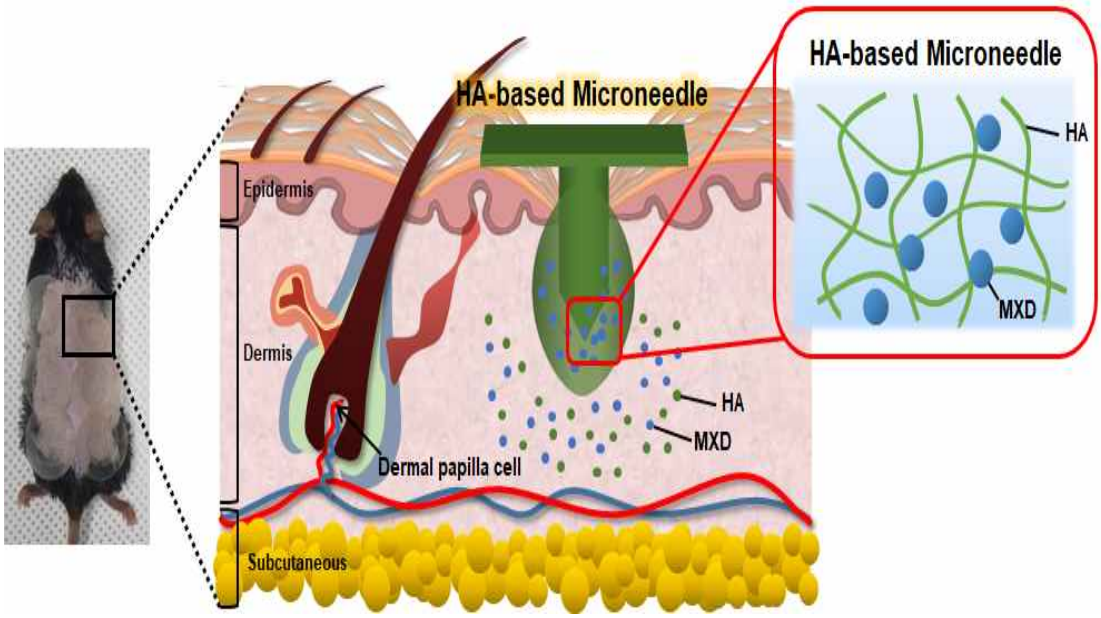
4.1.2. 참여교수 연구업적물 추진계획

○ 본 교육연구단이 목표로 하였던 "연구업적물의 질적 향상"이 점차 결실을 맺고 있는 상황에서, 현재 추진하고 있는 전략을 유지하면서, 지속적인 향상을 위해 아래 항목에 비중을 두고 연구를 추진할 예정임.

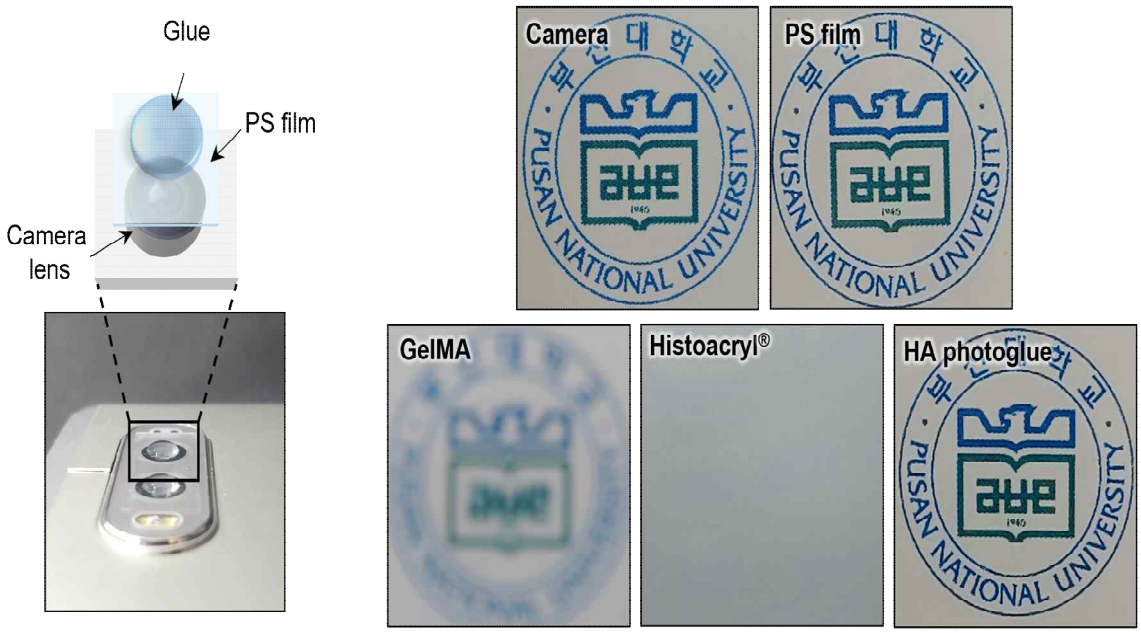
1) 소재원천 기술 확보: 실버 맞춤형 질환에 최적화된 조직 재생, 약물 전달, 바이오 센싱 기술 개발.
2) 임상 응용 연구 확대: 임상 분야와 협업을 통해 파급력 높은 연구를 지속적으로 진행할 예정임. 또한, 임상 샘플을 확보하여 한 단계 업그레이드된 연구를 진행할 예정임.
3) 국제 공동연구 활성화: 차년도 사업기간에는 해외연수나 해외 우수연구기관 방문을 적극적으로 추진하여 국제적으로도 영향력 있는 연구를 진행할 예정임.
4) 질적 수준 향상을 위한 성과급제도의 활성화: 인센티브 제도가 연구진의 동기부여에 도움이 되는 것으로 판단되어, 연구업적물의 질적 우수성에 따라 차별적인 인센티브를 지급할 예정임.

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2021.9.1.-2022.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	○ **연구업적물 : Anti-Obesity Effect of α-Cubebenol Isolated from Schisandra chinensis in 3T3-L1 Adipocytes, Biomolecules, 11:1650.** ○ **연구업적물에 대한 설명** *Schisandra chinensis*로 부터 분리된 α-cubebenol은 맹장 결찰, 천자로 인한 패혈증, 신경세포의 탈과립화를 포함한 여러 질병들에서 연구가 되었지만, 지질대사에 대한 효능은 연구된바 없음. 본 연구에서는 지질대사과정에서 α-cubebenol의 기능을 연구하기 위하여, 지방발생, 지방분해 및 염증반응의 조절에서 변화를 3T3-L1 지방세포에서 관찰함. 지질 축적, 지질전사인자 수준, 지질전사인자 발현 등 대부분의 지방원성 표적은 MDI(3-isobutyl-1-methylxanthine, dexamethasone, and insulin)-자극된 3T3-L1 지방세포에서 α-cubebenol의 처리에 의해 억제되었음. 유사한 억제효과는 MDI 자극 3T3-L1의 iNOS 유도 COX-2 매개 경로와 NLRP3 염증 경로에서 관찰되었음. cAMP 농도, 사이클라아제 및 PDE4의 발현, 그리고 그들의 하위신호전달 경로는 α-cubebenol로 처리된 MDI 자극성 3T3-L1 세포에서 자극되었음. β-산화와 연관된 단백질의 발현과 전사조절인자들은 MDI+Vehicle 처리그룹 보다 MDI+α-cubebenol의 처리 그룹에서 유의적으로 증가하였음. 이러한 결과를 종합해 보면, α-Cubebenol는 비만에 대해 치료 효과를 나타내며, 미래에 비만과 지질대사 질환 치료제로서의 개발에 대한 잠재력이 있음을 알 수 있는 최초의 우수논문임.  *Schisandra chinensis* α-Cubebenol Pre-adipocyte Differentiation Adipocyte MDI media Nucleus C/EBPα PPARγ aP2 Fas Lipid droplet Triglyceride synthesis MDI effects α-cubebenol effects PPARα NF-κB CPT ACO iNOS COX-2 NLRP3 ASC Cas-1 IL-6 IL-1β TNF-α PDE4 AC Mitochondria Fatty Acyl-CoA ACADs Acetyl-CoA Citrate ATP ATPCL Triglyceride ATGL DAG MAG FFA Perilipin HSL cAMP 5'AMP Free glycerol **[사진설명]** α-cubebenol의 미분화와 분화된 3T3-L1 지방세포에서 작용기전

2	○ **연구업적물** : Minoxidil-loaded hyaluronic acid dissolving microneedles to alleviate hair loss in an alopecia animal model. Acta Biomaterialia 143:189-202 ○ **연구업적물에 대한 설명** 초고령화 시대를 맞아 국내 탈모 환자 수는 2019년 기준 23만 3,628만명으로 2015년 대비 15% 증가하였으며 탈모 치료제 관련 시장이 급격히 커지고 있음. 해당 분야에서 사용되고 있는 치료제로써 미녹시딜이라는 약물이 존재하지만 낮은 흡수율과 부작용에 대한 한계점으로 효과가 미비한 실정임. 본 연구에서는, 이를 개선하기 위해 서방형 방출 약물전달 시스템인 마이크로니들을 개발하였으며 세포 및 동물 수준에서 모발 성장 관련 효능 평가를 수행하였음. 마이크로니들 시스템 구축 소재로써 생체적합성 및 안전성이 뛰어나며 탈모에 효과적인 히알루론산을 선정하였음. 연구 결과, 히알루론산이 모낭 발달을 조절하는 모유두 세포의 cell-cell 부착은 증가시키고 cell-substratum 부착은 감소시킴으로써 증식, 이동, 응집을 증가시킨다는 것을 확인할 수 있었음. 히알루론산에 의한 모유두 세포의 현상은 CD44와 Akt의 인산화를 매개로 이루어진다는 것을 규명하였음. 또한 화학요법을 통해 유도한 탈모 동물 모델에 히알루론산을 적용하였을 때 모발의 손실을 감소시켰음. 해당 결과를 바탕으로 미녹시딜을 담지하고 있는 히알루론산 기반 마이크로니들을 동물 모델에 적용하였을 때, 마이크로니들이 담지하고 있는 미녹시딜의 양이 기존 도포제 양의 10%임에도 불구하고 모발의 성장에 더 나은 효과를 나타내었음. 본 연구에서 개발한 히알루론산 기반 마이크로니들은 탈모 치료제인 미녹시딜의 양과 부작용을 획기적으로 줄이면서도 탈모 치료 효과는 극대화할 수 있는 고효율 탈모 치료용 바이오 소재로 사용될 것으로 기대됨.  **[사진설명]** 탈모완화를 위한 용해성 마이크로니들을 이용한 히알루론산의 경피 전달
3	○ **연구업적물** : User-demand fast-curable ocular glues enforced by multilength tunable networks, Bioengineering & Translational Medicine, e10323 ○ **연구업적물에 대한 설명** 백내장, 녹내장과 같은 노인성 안질환 수술 후 봉합을 위한 조직접착제를 개발하기 위하여, 천연 생체고분자의 일종인 히알루론산 (hyaluronic acid)에 서로 길이가 다른 광가교성 작용기 메타아크릴레이트기 (Methacrylate, MA)와 펜타아크릴기 (Pentaacrylate, PA)를 동시에 도입하여 다중길이 구조를 갖는 공중합체를 개발함. MA와 PA의 비율에 따라, 하이드로젤 구조체의 가교도와 길이를 조절하여 접착제의 기계적 물성과 접착특성의 변화시켰음. 길이가 긴 PA 비율이 증가할수록 유연성은 개선되면서도 강도를 유지하여 견고하면서도 유연한 물성을 통해 조직부착에 적합한 물성을 갖는 것을 확인하였음. 개발된 바이오소재는 광원에 의해 5초 이내에 신속하게

가교되었으며, 경화조건 (광개시제, 광원)이 모두 생체에 독성을 일으키지 않는 생체적합성을 안구유래 세포를 이용한 독성 시험을 통하여 확인함. 투과도와 굴절율 분석을 통하여 인체 안구와 유사한 광학적 물성을 갖는 것을 확인하였으며, 토끼를 이용한 실험에서도 히알루론산 고분자가 지닌 조직회복 효과와 장기 안정성을 관찰하였음. 본 연구의 우수성을 인정받아 2022년 4월 국제 저명학술지 Bioengineering & Translational Medicine (IF 10.711, Engineering, Biomedical 분야 3.93% 이내)에 게재승인되는 성과를 이루었으며, 다수의 언론사에 보도되었음.



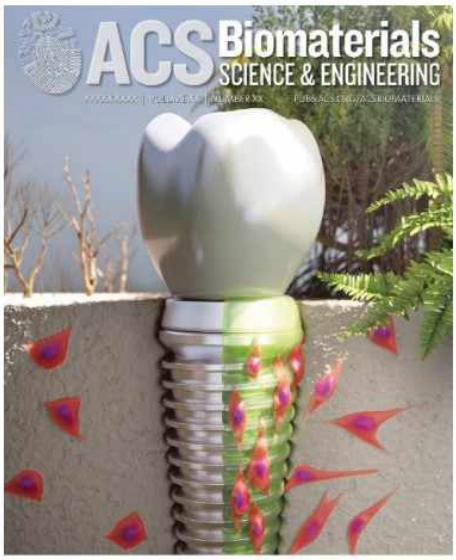
[사진설명] 안구접착제(HA photoglue의 투명도 테스트 (기존 제품보다 높은 광투도를 보여 안구접착제로서 높은 활용도를 나타냄)

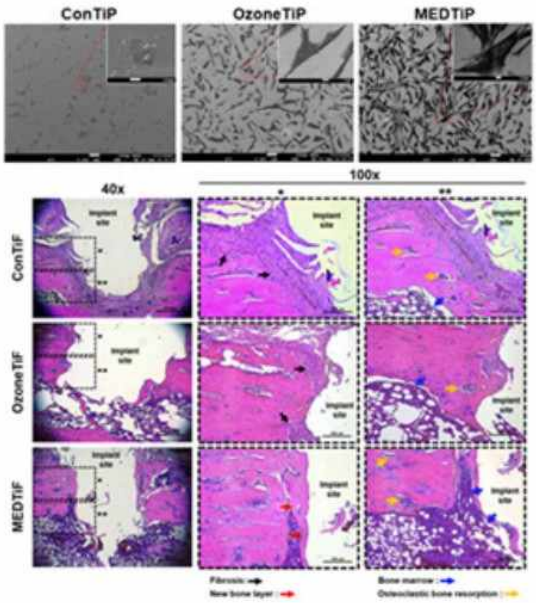
4

○ **연구업적물** : Promoting Effects of Titanium Implants Coated with Dipterocarpus tuberculatus Extract on Osseointegration. ACS Biomaterials Science & Engineering. 8, 847-858.

○ **연구업적물에 대한 설명**

본 연구에서 식물성 천연페놀성분의 금속기질에 대한 뛰어난 접착성을 모방하여 티타늄 임플란트에 코팅시키고, 이를 통해 주변부 골세포 접착과 조직내 골유착능이 향상됨을 밝힘. 기존 치과용 임플란트로 주로 쓰이는 티타늄소재는 UV나 산처리를 통해 친수화 시켜 골유착능을 향상 시키게 되는데, 이는 수일내 대기환경에서 소수성으로 되돌아감을 확인할 수 있었음. 하지만, Dipterocarpus tuberculatus 라 불리는 동남아지역에서 발견되는 식물 추출물(MED)를 코팅시킨 후에는 표면젖음성이 장기간(3주 이상) 유지됨을 확인할 수 있었음. 상용화되고 있는 티타늄 임플란트 그룹, 오존처리를 통해 친수화시킨 그룹, MED로 코팅시킨 그룹으로 나누어 세포접착성, 세포접착성관련 인자발현정도를 비교하였음. MED코팅 그룹의 경우, 표면부착된 골세포의 개수가 많아짐을 확인할 수 있었고, 세포부착과 관련된 인자들도 비교그룹들에 비해 최소 1.4배이상 증가발현되었음. 마우스 모델을 통해 MED 코팅시킨 그룹의 경우, 새로운 골층 형성, 골수, 조직 재생이 상대적으로 잘 일어나고 있음을 확인하였음. 앞으로도 다양한 임플란트소재에 대한 표면처리를 통해 생체내 이식소재를 개발할 계획임. 본 연구는 우수성과 학술지의 긍정적인 리뷰피드백을 통해 저널커버에 선정되었고, 2022년 1월 ACS Biomaterials Science & Engineering에 게재되는 성과를 이루었으며, 국내 특허 출원중임.





[사진설명] (좌) 저널커버로 선정된 그림, (우, 위) 식물성 천연페놀성분(MED)이 코팅된 티타늄 임플란트 표면에서 골세포 개수가 증가된 이미지, (우, 아래) 실험동물 쥐 대퇴부에 임플란트 이식후 조직이미지를 통해, MED 코팅된 그룹에서 새로운 골조직형성과 골수형성이 잘 일어나는 현상이 관찰됨.

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

4.2.1. 참여교수 특허 및 기술이전의 현황

○ 본 교육연구단의 특허 및 기술이전과 관련된 당초 연구목표와 당해연도 (2021.9.1 - 2022.8.31.)의 실적은 아래 표와 같음.

연구분야 지표	사업기간 (2021. 9. 1 - 2022. 8. 31)	
	목표	실적
기술이전 (천원)	30,000	37,500
특허등록 (건)	1.30	0.75

○ 기술이전에서는 기존 목표보다 20% 이상을 초과 달성하였으나, 특허등록 일정이 다소 늦춰져 특허등록 건수에서는 다소 미흡한 실적을 보였음. 하지만, 현재 심사 중인 특허출원 건수가 10건 이상으로 차년도에서는 목표를 상회하는 업적을 달성할 것으로 보임. 기술이전은 지역의 기업체에 이루어져 지역사회의 발전 및 학생들의 취업에 기여할 것으로 예상됨. 또한, 등록된 특허는 약물 주입의 편의성을 높이고 약물 방출기간을 높일 수 있는 기술로 노인성 질환에 활용도가 높고, 기술사업화에 유리할 것으로 기대됨. 이는 본 교육연구단의 목표인 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발과 부합되는 내용임. 구체적인 내용은 아래와 같음.

○ **특허등록: 조직부착형 생분해성 마이크로젤 및 이의 제조방법 (2022.4.11., 대한민국 특허 10-2386655)**

하이드로젤(hydrogel)은 다량의 수분을 함유하여, 친수성 고분자가 3차원 망상구조(network)를 가진 물질을 말함. 최근에는 하이드로젤을 주사기로 주입하기 용이하도록 수십 마이크론 이하의 크기를 갖는 마이크로젤을 제조하여 원하는 부위에 전달하는 주입형 국소약물 전달(injectable local drug delivery) 기술이 주목받고 있음. 기존 마이크로젤을 제조하기 위해 주로 에멀전 방법이 이용되었으나, 제조과정에서 사용되는 계면활성제나 유상액으로 인해 인체 적용에 한계가 있음.

또한, 친수성 고분자로 하이드로젤을 제조할 때 추가되는 가교제도 잠재적인 세포독성을 나타낼 수 있기때문에 임상에 마이크로젤을 활용하기 위해서는 제조과정에서 다양한 불순물을 효과적으로 제거하는 방법이 요구됨. 광가교반응으로 제조된 벌크 하이드로젤(bulk hydrogel)을 전처리하여 불순물을 제거하고, 망(mesh)의 구멍을 통해 압출하는 탑-다운(top-down) 공정을 통해 마이크로젤을 제조하는 기술을 개발하였으며, 이와 관련된 특허를 등록하였음. 제조된 벌크 하이드로젤을 초순수에 담궈 80% 이상의 미반응된 불순물을 제거하였으며, 수십 마이크론 크기의 구멍을 가지는 망 사이로 압출하여 주사기로 주입 가능한 마이크로젤을 제조하였음. 이러한 주입형 마이크로젤은 생리활성물질 또는 약물전달체용 담체로 이용할 수 있으며, 예를 들어, 방사선 치료에 이용되는 방사성 동위원소 (^{131}I)를 표지함으로써 치료가 필요한 부위에 국소적인 방사선 치료 효과를 기대할 수 있음. 즉, 본 발명의 조직부착형 생분해성 마이크로젤 제조 기술은 다양한 약물을 전달할 수 있는 플랫폼으로 구성할 수 있고, 이를 통해 임상에서 다양한 질병의 국소 치료제로서 응용될 수 있음.

○ **기술이전: 부분 비만 치료용 조성물 및 이를 포함하는 마이크로니들 해외 특허권 양도 계약 (2021.11.08.)**

비만은 장시간의 에너지 불균형으로 인해 지방이 과도하게 축적되어 생기는 질병으로 대사성 질환을 비롯한 다양한 질병과의 연관성이 밝혀짐에 따라 전세계적으로 이를 해결하려는 노력이 이루어지고 있음. 특히, 실버세대의 경우 노화로 인하여 근육량 소실, 체력, 지구력 혹은 신체 기능 저하로 인해 대사율 감소를 유발하여 비만이 발생하기 쉬움. 기존에 지방의 양을 감소시키는 위해 약물을 복용하거나 지방 분해 주사 또는 지방 흡입과 같은 수술적 방법이 사용되는데, 이러한 방법들은 지방 감소 효과가 낮거나 심각한 부작용을 초래하는 사례가 많이 보고되고 있음. 본 교육연구단 내 양승윤 교수팀과 안범수 교수의 공동으로 항비만 효과가 있는 생체고분자를 선별한 다음, 이를 피부 내에 무통으로 전달할 수 있는 마이크로니들 형태로 제조하여 국소부위의 피하 지방만 선택적으로 감소시킬 수 있는 기술을 개발하였음. 세포실험을 통해 지방 분해 촉진 및 지방 합성 억제 효과가 뛰어난 생체고분자를 스크리닝하였고, 최종적으로 젤라틴을 지방분해 패치의 재료로 선정한 다음 마이크로니들 패치로 제조하였음. 고지방식으로 유도된 비만 동물 모델에 젤라틴 기반의 마이크로니들 패치를 적용하였을 때, 패치가 적용된 부위의 피하 지방양이 현저하게 감소하였으며, 조직학적 분석 및 마이크로CT 단층 촬영 검사를 통해서도 지방 감소를 검증하였음. 또한, 지방 합성 관련 유전자의 양 또한 감소하는 결과를 나타내었음. 생체고분자의 경우, 강도가 약하여 피부 삽입 시 부러지는 경우가 많음. 이를 해결하기 위해, 피부 삽입에 유리한 총알 형태의 구조를 설계함으로써 안정적인 삽입이 가능하였음. 본 연구에서 개발된 젤라틴 마이크로니들 패치를 사용할 경우 부작용을 최소화하면서 피하지방의 양을 감소시킬 수 있는 기술로 응용가능성이 높다고 판단됨. 해당 기술은 부산지역 바이오벤처인 ㈜에스엔비아에 마이크로니들 기반 피하지방 분해 패치 및 복부비만 치료제 개발에 대한 요구가 있어 관련 기술을 이전(특허 양도, 이전 금액 3천만원) 하였음.

○ **기술이전: 미더덕껍질 포함 하이드로콜로이드 막의 제조방법(제10-1577398호), 창상치료용 미더덕 껍질 유래 셀룰로오스 필름의 제조방법(제10-1637018호) (2022.5.17.)**

지금까지 미더덕껍질을 이용한 연구는 생리활성물질의 분리, 의료용 필름 제조, 식품 제조 등 3가지 분야에서 활용가능성이 제시되었음. 먼저, 생리활성물질의 분리연구에서 미더덕껍질로부터 분리된 황산콘드로이친(chondroitin sulfate, CS)은 Akt(Akt8 virus oncogene cellular homolog)와 NF-kB(nuclear factor kappa B)의 신호전달과정을 저해함으로서 TNF-α(tumor necrosis factor alpha)에 의해 유도되는 염증인자, VACM-1(vasopressin-activated calcium mobilizing), iNOS(inducible nitric oxide synthase)의 발현을 저해하였다. 또한, NMMO/H2O(87/13wt%)용매계를 이용하여 제조된 미더덕껍질 셀룰로오스 필름은 고유점 도 6.35dL/g, 평균분자량 423,000g/M, 섬유밀도 1.50g/cm3,

수분율 10.20%, 수분흡수율 365%를 나타내어 목재펄프와 유사한 특성을 나타냄. 더불어, 이러한 필름을 이용한 2주 동안의 창상치료 효능시험에서, 미더덕껍질 셀룰로오스 필름을 이식한 실험동물은 발적, 부종 등이 관찰되지 않았고, 조직의 염증, 변성, 증식 등의 특이적 반응이 없음. 한편, 미더덕껍질 셀룰로오스는 골 재생 효능을 갖는 생활성막으로 제조되어 두개골(Calvarial bone) 손상 부위에서 골 형성을 촉진 시킴. 특히, 셀룰로오스막의 내부표면에서는 간엽세포(mesenchymal cells)에 의한 신생혈관생성(angiogenesis)이 촉진된다. 더불어 미더덕껍질은 식품개발에도 적용되었으며, 이러한 식품에서 미더덕껍질의 첨가는 제품의 강도와 경도를 증가시키고, 유연성과 탄력성도 증가시키는 효과를 나타내었다. 하지만 미더덕껍질을 이용한 하이드로콜로이드(HC) 형태의 창상치료제 개발 및 효능평가에 대한 연구는 아직 까지 수행된 바가 없다. 본 발명은 미더덕껍질 포함 하이드로콜로이드 막의 제조방법에 관한 것과 창상치료용 미더덕껍질 유래 셀룰로오스 필름의 제조방법에 관한 것으로 이들 막은 흡수도 및 인장강도가 우수하고, 무독성으로 빠르게 창상을 치료할 수 있는 효과가 있음. 해당기술 2건은 대구테크노파크 의료&뷰티융합센터에 위치한 ㈜심플스틱이 미더덕 가공기술관련에 기술이전 요구가 있어 기술을 이전(특허 양도, 이전 금액 750만원) 하였음.

4.2.2. 참여교수 특허 및 기술이전 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

○ 현재 기업체에 기술이전한 내용을 관리하여 추가적인 연구내용 또는 사업화 아이템을 도출하여 지속적인 기술사업화에 대한 성과를 창출할 예정임.

○ 또한, 기업체에서 원하는 실용성이 높은 아이템을 도출하기 위해서 기업과의 간담회를 활성화하고 산학 워크샵을 정례화 (년 최소 1회) 및 참여 대상을 확대할 예정임.

○ 임상의들과의 모임도 추진하여, 실버질환 맞춤형 기술에 대해서도 니즈를 파악하고 이를 특허 출원 가능한 아이템으로 발전시킬 예정임.

2. 산업・사회에 대한 기여도

5.1.1. 산업・사회에 대한 문제해결 기여 현황

○ 본 교육연구팀에서는 실버질환과 관련된 과학 기술 및 사회 문제를 해결하기 위해서 실버세대 질환 규명, 실버질환 맞춤형 치료 기술 및 치료제 개발을 계획하였음. 관련 기초 연구를 심층적으로 진행함과 동시에 지역 산업 및 사회에 기여하기 위해 지역 업체와 공동연구 및 제품 개발을 진행하였음. 당해연도(2021.9.1 - 2022.8.31.) 과학기술, 지역산업 및 사회에 대한 주요 성과 및 기여는 아래와 같음.

1) 과학기술과 관련된 분야의 문제해결

노인성 질환의 경우, 근본적인 치료가 어려운 경우가 많아 사용 편의성 및 약물의 전달효율을 높이기 위한 소재나 기술에 관심을 갖고 연구를 진행하였음. 또한, 천연물에서 추출한 물질의 약리작용을 밝혀내어 다양한 분야에 활용하고 있음. 구체적인 내용은 아래와 같음.

- 노인성 탈모 예방을 위한 바이오소재 개발

고령 사회가 심화됨에 따라 탈모의 발생이 빈번해지고 있으나 탈모 치료 방법은 제한적임. 기존에 사용되고 있는 탈모치료제로써 미녹시딜은 2%와 5%만이 FDA(Food and Drug Administration)에 승인되어 시판되고 있음. 하지만 도포 형식으로 사용되는 미녹시딜은 외부로 노출되어 있는 모발과 피부의 특성으로 인해 흡수율이 도포양의 5% 미만임. 따라서 1일 2회 지속적으로 도포해야 하며 최소 4개월 이상 도포해야 효과를 볼 수 있음. 흡수량을 증가시키기 위해 많은 양을 도포할 경우에는 홍반, 피부염, 모낭염 등의 부작용을 일으킴. 따라서 흡수율은 증가시키고 적은 양으로도 효과를 극대화시킬 수 있는 방법이 필요한 실정임. 본 연구팀은 미녹시딜의 약물 전달률을 높이기 위해 히알루론산 기반 마이크로니들 플랫폼을 개발하였음. 마이크로니들

소재로써 사용된 히알루론산은 모발 성장에 필수적인 모유두세포의 세포와 세포 간의 부착은 증가시키고 세포와 기저층 간의 부착은 감소시킴으로써 모유두세포의 증식, 이동, 응집을 증가시켰음. 화학요법을 통해 C57BL/6 마우스를 사용하여 탈모 동물모델을 구축하였으며 해당 동물모델에서 미녹시딜이 담지되어 있지 않은 히알루론산 용액과 히알루론산 기반 마이크로니들 자체만으로도 모발의 성장에 효과적이었음. 뿐만 아니라 기존 사용되고 있던 미녹시딜 도포 양의 10%만을 사용했음에도 불구하고 미녹시딜 도포제보다 뛰어난 발모 효과를 보였음. 이러한 발모 효과는 히알루론산의 자극이 CD44 수용체와 결합하게 되고, 이로 인해 Akt가 인산화되어 활성화됨으로써 발생한다는 것을 *in vitro*와 *in vivo* 모두에서 규명하였음. 본 연구는 마이크로니들 소재로써 히알루론산이 모유두 세포의 증식과 활성에 효과적임을 증명하였으며 이를 활용한 탈모 치료 플랫폼인 마이크로니들을 개발함으로써 탈모인구 감소에 기여하고 추후 개발될 새로운 탈모 치료제의 기반연구로 활용될 수 있을 것이라 기대됨. 이러한 연구 결과는 연구의 우수성을 인정받아 2022년 4월 Acta Biomaterialia (IF 8.947 Biomedical Enginnering 분야 10.67%)에 게재되었음.

- 피부노화 방지를 위한 새로운 바이오소재의 개발

실버세대의 급속한 증가로 인하여 피부 노화는 다양한 세대로부터 관심이 증가됨. 이러한 노화는 크게 두 가지 과정으로 구분되며, 특별한 환경적 요인 없이 누구에게나 세월과 함께 일어나는 변화를 내인성 노화(intrinsic aging)와 햇볕과 같은 환경요인에 장기간 노출되어 얼굴, 목, 손등에 나타나는 변화를 외인성 노화(intrinsic aging)라고 함. 특히, 산업사회의 발달로 인해, 심각한 환경의 변화로 유발되는 외인성 노화는 실버세대의 삶의 질 저하의 원인으로 이를 극복하기 위한 새로운 소재의 개발이 활발히 이루어지고 있음. 본 교육연구팀의 황대연 교수 연구팀은 대표적인 외인성 노화인 광노화(photoaging)을 치료할 수 있는 새로운 소재를 개발하기 위한 연구를 사람 유래 피부세포주를 이용하여 세계 최초로 *Hygrophila erecta* (Brum. F.) Hochr.의 메탄올 추출물(MEH)의 효능을 평가하였음. MEH는 4-methoxycinnamic acid, 4-methoxybenzoic acid, methyl linoleate, asterriquinone C-1 등 4가지 bioactive compounds를 포함하고 있었으며, DPPH free radical scavenging activity는 IC_{50} = 7.6769 μg/mL로 검출되었다. 또한, MEH처리는 세포내 ROS 생성, NO농도, SOD활성, Nrf2발현을 유의적으로 억제하는 효과를 나타내었고, 세포사와 세포사 관련 단백질(Bax/Bcl-2, cleaved Cas-3/Cas-3)의 발현을 감소시키는 효과를 유도하였음. MEH는 UV 조사에 의해 유도되는 ECM disruption, COX-2-induced iNOS mediated pathway 증가, inflammatory cytokines 발현, inflammasome 활성화를 억제하는 효과를 나타냄. 더불어, α-melanocyte-stimulating hormone (MSH)-자극 B16F1 세포에서, MEH는 melanin 합성과 연관된 유전자의 발현과 tyrosinase 활성이 감소함. 이러한 결과는 연구의 창의성과 독창성을 인정받아 국제전문학술지인 Antioxidants (IF 6.313, JCR 상위 7.69%, 11:1317)에 게재되었으며, 피부노화에 대한 사회적 문제를 해결과 피부노화방지용 화장품이나 의약품 등의 개발에 중요한 소재로 개발 가능성이 매우 높을 것으로 사료됨.

- 실버세대 빈발 대장암 치료제용 바이오소재의 개발 및 작용기전 규명

대장암은 한국인리 발병율 세계 1위인 암으로 국내 암 사망원인 3위(10만명당 17.5명)를 차지하는 심각한 질병으로 알려져 있으며, 특히 50세 이상에서는 10명중 3-4명에서 나타날 정도로 흔하게 발병하는 것으로 알려져 있음. 이러한 대장암은 대장에 생긴 악성종양을 의미하며 짜고 매운 자극적인 음식, 기름진 음식 섭취 등의 식습관, 흡연과 과음, 과도한 스트레스, 가족력 등이 위험인자로 작용해 발병 위험을 높임. 본 교육연구팀의 황대연 교수 연구팀은 토종 천연물 소재를 활용한 대장암치료 소재를 발굴하기 위하여, 오미자(Schisandra chinensis)로부터 분리한 α-Cubebenoate의 작용기전을 마우스유래 CT26세포와 사람유래 HCT116세포에서 분석함. 그 결과, α-Cubebenoate는 세포의 생존율을 유의적으로 농도의존적으로 감소시켰으며, 세포의

자살을 촉진시키고, 세포사단백질(Bax, Bcl-2, Cas-3, and Cleaved Cas-3 protein)의 발현 증가와 MAP kinase signaing pathway을 활성을 유도하였다. 하지만 α-Cubebenoate는 PI3K/AKT signaling pathway의 조절을 통한 전이를 억제하는 효과를 나타냄. 더불어, 세포전이와 연관된 단백질(VEGFA, MMP2, and MMP9)의 발현을 감소시켰다. 감소된 VEGF발현은 세포부착단백질의 하위 신호전달과정에 포함되는 FAK와 MLC의 인산화를 동반함. 이러한 결과는 α-Cubebenoate의 새로운 기능을 최초로 규명한 것으로 우수성을 인정받아 국제전문학술지인 Molecules (IF 4.412, JCR 35.39%)에 개재되었으며, 향후 대장암 치료제의 개발에 활용 가능성이 클 것으로 예상됨.

2) 지역산업과 관련된 분야의 문제해결

부산 경남지역에는 바이오와 관련된 대기업이 없으므로 실버질환과 연계된 바이오 기술에 특화하여 연구를 진행하였음. 특히, 요양 병원이나 의료사각지대에 노인이 백신 접종에 어려움이 많은데, 이를 해결하기 위한 백신 접종과 관련된 플랫폼 기술을 개발하였고, 조직 재생과 관련된 핵심 바이오소재를 전략적으로 주제를 선정한 후 진행하였음. 구체적으로 자가 투여가 가능한 약물 전달 패치 개발과 조직 재생에 활용 가능한 바이오잉크 개발 연구를 수행하였음. 본 연구 주제는 지역기업과 함께하는 링크 (LINC 3.0) 사업, Open LAB 과제를 통해 추가로 진행되고 있음.

- 실버맞춤형 약물전달을 위한 마이크로니들기반 무통 백신 패치 개발

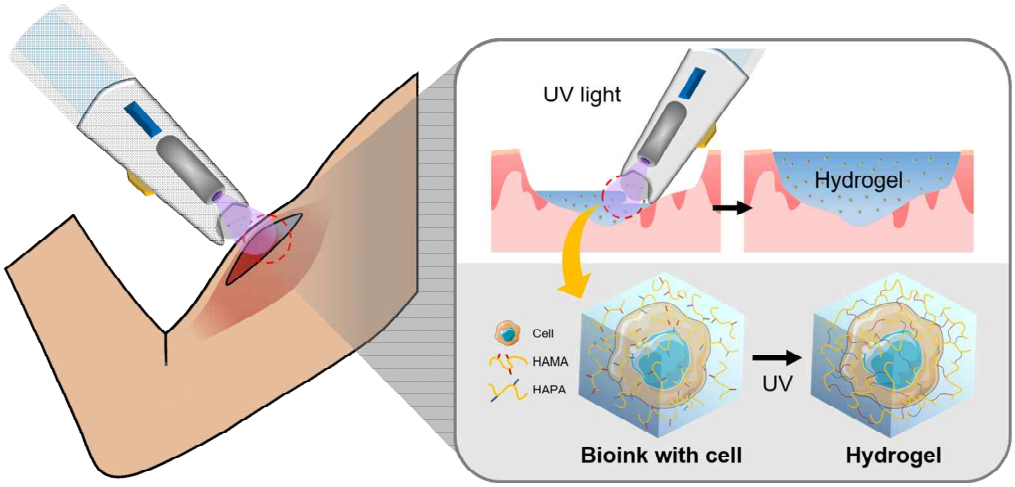
두창은 급성 전염병 중의 하나로 백신의 개발을 통해 1980년에 공식적으로 세계에서 박멸되었음. 그러나, 두창 바이러스를 이용한 생물 테러 가능성의 대두로 각 국가 정부에서는 안보를 위해 두창 백신을 비축하고 있음. 기존 두창 백신은 피부를 긁어 경피 접종하는 난절법을 사용하고 있으나, 난절법을 수행할 수 있는 접종 관리 전문가가 한정되어 있고, 정량적인 양을 피부 내 정확한 위치에 전달하기 어려움. 마이크로니들은 최소 침습으로 피부를 관통하여 약물을 직접적으로 경피내에 전달할 수 있는 경피약물전달시스템으로, 본 연구에서는 마이크로니들을 이용하여 고통 없이 두창 백신을 피부 내로 전달하는 연구를 진행하였음. 국내 제약사가 개발한 2세대 두창 백신주(CJ-50300, 에이치케이이노엔)를 '마이크로니들 기반 신속 백신 생산 플랫폼'에 적용하여, 마이크로니들형 두창 백신 패치로 제작하였음. 제작된 마이크로니들형 두창 백신 패치는 동물실험에서 피내 면역반응을 유도해 효과적으로 두창의 중화항체를 형성할 수 있었고, 높은 보관 안정성(영하 20도에서 1년, 37도에서 4주)으로 인해 주사제 대비 보관 및 유통 부담을 완화할 수 있다는 장점을 확인했음. 해당 연구 결과는 백신 분야의 저명한 국제학술지인 'Vaccines'에 게재되었고, 관련 내용들은 여러 언론사를 통해 보도되었음. 따라서, 본 연구에서 개발된 마이크로니들 기반의 백신 전달 기술은 저비용 백신 접종 시스템을 구축할 수 있고 이를 통해 의료비용의 획기적인 감소를 기대할 수 있음. 또한, 두창 백신 뿐만 아니라 다양한 백신 전달에 응용될 수 있어 해당 신속 백신 생산 시스템으로 인한 의료 보호망이 확보될 것으로 기대됨.



[사진설명] 언론사를 통해 소개된 마이크로니들형 천연두 백신 패치

- 3D 바이오프린팅을 이용한 즉석 조직재생 기술 개발

바이오프린팅은 세포, 생체재료 및 바이오분자를 포함한 바이오잉크를 이용하여 인체의 조직과 유사한 3차원 구조체를 제작할 수 있는 기술로서, 다종의 세포와 생체재료를 적층하여 손상된 조직과 기관을 대체하는 조직공학에 활용 가능함. 바이오잉크는 살아있는 세포 혹은 성장인자를 포함하는 바이오프린팅의 핵심소재로서, 인쇄적성, 생분해성, 젤화 특성, 세포적합성 등 다양한 특성이 요구됨. 인체의 조직과 유사한 구조를 가지며 세포 및 생리활성물질의 캡슐화가 용이한 하이드로젤(hydrogel) 형태의 바이오잉크가 가장 많이 사용됨. 하지만, 기존의 바이오잉크는 기계적 물성이 충분하지 못하거나 낮은 생체적합성으로 인해 다양한 문제들이 발생함. 또한, 느린 젤화반응으로 인해 인쇄적성이 불량하거나 매우 정교한 인공구조체를 제작하는데 어려움이 있음. 본 연구에서는 생체적합성이 높은 생체고분자에 광경화를 통해 빠른 구조물 형성이 가능하며, 생체 조직과 유사한 구조와 기계적 물성을 구현할 수 있는 바이오잉크를 개발하는 연구를 진행하였음. 이를 위해, 생체고분자에 아크릴레이트 계열의 광경화성 작용기를 도입하여 기능화하고, 작용기의 치환율(degree of substitution, DS)과 고분자의 분자량 그리고 수용액의 농도를 조절함으로써 신체 조직과 유사한 멀티 네트워크 구조 및 기계적 물성을 구현하였음. 광가교성 생체고분자 기반의 바이오잉크는 높은 생체적합성을 지녀 하이드로젤 내부의 세포 생존률을 크게 증가시켰으며, 빛에 의해 빠르게 가교되는 특성을 바탕으로 3D 바이오프린터를 이용하여 빠르게 3D 조직 모방 구조체를 제작할 수 있었음. 따라서 본 연구에서 개발된 광가교성 생체고분자 기반 바이오잉크를 기반으로 빠른 상처 수복이 가능한 in situ 바이오프린팅 기술의 가능성을 확인할 수 있으며, 임상 적용이 가능한 생체고분자 기반의 바이오잉크를 개발함으로써 새로운 의료시장 개척이 가능할 것으로 기대됨.



[사진설명] 생체고분자 기반 광경화 바이오잉크를 이용한 in situ 바이오프린팅의 개발

3) 지역사회와 관련된 분야의 문제해결

노령 인구에게 익숙한 차에 대한 효능과 약리작용을 교육함으로써, 차에 대한 관심도를 높이고 지역사회를 중심으로 교류를 확대하고 유관 기업의 활동을 장려하였음. 또한, 화학제품의 독성 자료를 데이터베이스화하여 지역에서 접하기 힘든 자료에 대해서 접근성을 높이고 지역 자체로 커뮤니티를 만들어 정보 공유의 장을 만들었음. 구체적인 내용은 아래와 같음.

- 실버세대의 차와 건강 수업

최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 커피 대신 '차'를 마시는 문화가 확산되고 있음. 특히

차를 즐겨 마시는 노인들에게서 뇌와 움직임을 연결하는 정신운동기능이 향상되었다는 연구 결과가 있으며 선행된 연구를 통해 차가 혈압과 콜레스테롤 수치를 낮추고 노화방지, 다이어트, 피부미용 등 건강에 유익하다고 알려짐. 따라서 차를 마시면서 얻을 수 있는 효능에 따라 차를 찾는 사람들이 증가하고 있음. 이에 안범수 교수는 신설된 부산대학교 국제 차문화 산업전공의 현재 담당 교수이며 2022학년도부터 석사과정 20명과 박사과정 5명의 신입생을 모집하여 강의를 계획 중에 있음. 교과목은 '차와 건강' 이며 차가 우리의 건강에 어떠한 효능을 주고 그 기전은 무엇인지 강의하고자 함. 강의의 목적은 인체의 주요 질병과 차의 주요 구성 성분을 분석하고, 차의 성분들이 인체와 질병에 미치는 영향을 강의하여 건강에 미치는 영향을 학습하고자 함. 이를 위해 교과목을 차와 세포, 차와 대사, 인체의 조직 및 기관, 차와 소화, 차와 신경, 차와 피부, 차와 인체 주요질병으로 구성하고, 차와 인체의 전반적인 질병을 다루고자 함. 수강 대학원생들은 주로 부산 경남지역에서의 차산업 관련 종사자들이며 국제 차문화 산업 대학원의 과목들은 차 관련 지역 산업의 발전에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료됨.

- 생활화학제품 등의 독성정보 콘텐츠 구축 사업을 통한 정보 공유

실버세대가 도래하는 현대사회에 독성물질정보에 관한 관심이 높아지고 있음. 이에 안범수 교수는 다년간 식품의약안전청과 조달청 사업을 통해 독성물질의 독성정보에 대한 자료 조사 및 데이터베이스 구축을 진행해옴. 본 연구는 독성물질의 기본 정보(구조식, 분자식, 분자량, 유사명, 색깔 및 성상, 냄새, 끓는점, 어는점, 증기압, 밀도, 용해도), 용도, 인체영향(증상, 사례보고, 역학연구), 동물독성(단회투여독성, 발암성정보, 반복투여독성, 생식발생독성, 유전독성 및 변이원성, 눈, 피부 자극성, 면역독성), 독성동태(흡수, 분포, 대사, 배설), 응급치료정보에 대한 자료 분석을 하였음. 본 연구를 통해 최종적으로 생활화학제품의 독성물질 정보데이터베이스를 구축하고, 실버세대에 독성물질에 대한 이해를 높이며 경각심을 가져다주어, 올바른 화학제품 사용을 통해 안전한 생활을 영위하고자 함.



[사진설명] (좌)식약처 및 조달청 독성정보 입력 및 검증시스템, (우)독성물질 정보 등록 전문

5.1.2. 산업·사회에 대한 문제해결 기여 실적 분석을 통한 추진 계획

○ 본 교육연구팀은 현재 진행 중인 프로젝트들을 단발성 이벤트로 끝내지 않고 장기적으로 추진함으로써, 지역사회에 실질적인 기여가 가능하게 아래와 같이 추진할 예정임.

1) 지역기업과의 협업 관계 구축 및 공동연구 활성화: 이전된 기술을 사업화될 수 있게, 지속해서 관리하고 추가적인 연구를 진행할 예정임.
2) 실버질환 맞춤형 치료 기술 개발: 기존 노인성 질환(피부 및 장 질환)에 대한 연구는 확대 발전시키고 이와 함께 백신 접종의 편의성을 높인 패치형 백신을 개발하여 요양 병원 등 의료진의 접근성이 낮은 지역에 적용 가능한 약물전달 기술을 개발할 예정임.
3) 항산화 물질 평가 키트 개발: 차 성분 중 테아닌 아미노산은 고령화에 따른 노화와 신경 질환에

신경보호 역할을 하여 노화를 예방하거나 치료하는 데 도움이 됨. 차에서 항산화 성분인 폴리페놀, 카테킨류 등을 측정할 수 있는 키트를 개발하여 차를 통한 헬스 산업 연구를 활성화할 예정임.

4) 지역 및 산학 네트워크 구축: 정기적인 산학 워크숍 및 지역민들과의 교류를 확대하여 지역사회에 기여할 수 있는 문제를 도출하고 해결책을 제시할 예정임.

5) 임상의와 모임 정례화: 지역 대학병원의 임상의들과 모임을 활성화하여, 지역에 특히 유병율이 높은 질환들을 파악하고 이를 해결할 수 있는 기술을 개발할 예정임.

2. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

5.2.1. 국제적 학술활동 참여 현황

○ 교육연구단의 참여교수들은 당해연도에 다양한 국제적 학술활동에 참여하였는데, 요약하면 국제학술회의에서 연구논문상 (1회), 강연 및 좌장 (2회), 국제학회 조직위원회 활동 (1회), 국제학회 리뷰어 활동 (18회)에 참여하였음. 구체적인 참여 실적은 아래와 같음.

1) 국제학술회의 수상

교수명	수상내역	학술회의명	일자
황대연	LAR다수논문게재상	2022 KALAS International Symposium	22. 07. 20 - 22

2) 국제학술회의 강연 및 좌장

교수명	강연주제	학술회의명	일자
양승윤	Photocurable biopolymers for enhanced tissue adhesion and local drug delivery	2021 The 50th Anniversary Annual Meeting and International Conference of the Korean Society of Pharmaceutical Sciences and Technology	21. 12. 03
양승윤	Photocrosslinkable Biopolymers for Tissue adhesion and Drug Delivery	International Union of Materials Research Societies - International Conference in Asia 2021 (IUMRS-ICA 2021)	21. 10. 04

3) 국제학술회의 조직위원회 활동

교수명	학술회의명	기간
황대연	2022 KALAS International Symposium	22. 07. 20 - 22

4) 국제저널 리뷰어 활동

교수명	저널명	기간	횟수
황대연	Oncology Letter, Neurogastroenterology and motility, International Journal of Molecular Science	20. 09 - 현재	6
안범수	Journal of Biomedical Research	21. 09 - 22. 08	4
양승윤	Advanced Therapeutics, ACS Applied Bio Materials Bioactive materials, Bioengineerning & Translational medicine	21. 09 - 22. 04	4
서성백	ACS Nano, Journal of Colloid and Interface Science, Advanced Sustainable System, Macromolecular Research	21.09 - 22. 08	4

5) 해외 교류연구자와 학술 협의

일시	해외 연구자	학술협의내용
22. 06. 15	신수련 교수 (하버드 의대)	골재생 관련 바이오소재 개발
22. 06. 28	권영직 교수 (University of califonia, Irvine)	약물전달 소재 개발
22. 04. 26	Deokwon Seo (University of Michigan)	전도성 고분자 센서의 사업화 가능성 검토

5.2.2. 국제적 학술활동 추진 계획

○ 코로나 사태로 인해 국제교류나 학술회의 참여 실적이 예전에 비해 저조한 편이나 향후 대면 회의 참여가 힘들 경우, 온라인 행사 등을 적극 활용하여 국제적 활동을 지속적으로 추진할 예정임.

○ 해외 연구실 방문이나 국외 연수기간 동안, 국제 학술활동에 적극적으로 참여할 예정임. 구체적으로 국제 마이크로니들 학회 및 BioUSA와 같은 바이오 산업 동향을 파악할 수 있는 활동을 진행할 예정임.

○ 또한, 국내에서 개최되는 국제 학술행사에도 참가하여 최신 연구 동향 파악 및 국제 연구자와 교류를 증진할 예정임.

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1	황대연	Md. Salah Uddin	Bangladesh /Ethnobotanical Database of Bangladesh	Antioxidative Role of Hygrophila erecta (Brum. F.) Hochr. on UV-Induced Photoaging of Dermal Fibroblasts and Melanoma Cells	https://doi.org/10.3390/antiox11071317
2	황대연	Bounleuane Douangdeuane, OnevilaySouliya	Lao PDR /Institue of Traditional Medicine	Novel role of Dipterocarpus tuberculatus as a stimulator of focal cell adhesion through the regulation of MLC2/FAK/Akt signaling pathway	https://doi.org/10.1080/19336918.2022.2073002
3	황대연	Sun Il Choi	China /Henan University	Anti-Cancer Effects of α-Cubebenoate Derived from Schisandra chinensis in CT26 Colon Cancer Cells Jeo	https://doi.org/10.3390/molecules27030737htt
4	서성백, 황대연	Bounleuane Douangdeuane, OnevilaySouliya	Lao PDR /Institue of Traditional Medicine	Promoting Effects of Titanium Implants Coated with Dipterocarpus tuberculatus Extract on Osseointegration	10.1021/acsbiomaterials.1c01220

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

5.2.3. 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 현황

○ 교육연구단의 외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류의 당초 계획과 실적은 아래의 표와 같음.

외국교류 실적지표	목표	당해연도 실적
해외전문가 교류 (장기 연수)	3건 (사업기간 중)	0
대학원생 장기연수	연 1회	1
국제 공동연구	연 1건	4
해외연구자 초청세미나	연 2회	3

○ 코로나사태로 인해 장·단기 연수가 취소 또는 연기되어 당초 목표를 달성하지 못하였으나, 국제 공동 연구를 적극적으로 추진하였고, 화상 세미나를 활용하여 해외 우수 연구자의 연구 경험을 공유할 수 있었으며, 구체적인 실적은 아래와 같음.

1) 초청세미나

일시	해외학자	강연제목	소속 학교	소속 국가
2021.10.27	Su Ryon Shin	Micro/Nano engineered biomaterials for manufacturing bimimetic tissues and biomedical applications	Harvard Medical School	USA
2021.11.25	Jinsang Kim	25 Years of research and educational experience in functional organic and polymeric materials in US institutes	University of Michigan	USA
2022.01.21	Sehyung Park	Fructose metabolism in diet induced obese mice model	University of Kentucky	USA

2) 국제공동연구

외국 연구기관 1	Henan University
연구개발 목표	Schisandra chinensis로부터 유래된 α-Cubebenoate의 새로운 대장암치료 소재로서의 가능성과 작용기전을 연구하기 위하여, 마우스의 대장암세포와 사람유래 대장암세포에서 세포증식 억제능력, 세포사 촉진능력, 세포전이 억제능력 등을 협동 연구하고 분석함.
연구개발 내용	1) α-Cubebenoate는 CT26 세포와 HCT116세포의 세포생존율을 유의적으로 억제하는 활성이 있는지 분석 2) α-Cubebenoate는 세포사와 관련단백질의 발현에 영향을 미치는지와 PI3K/AKT 신호전달과정에 영향을 미치는지 분석 3) α-Cubebenoate는 암세포의 전이와 연관된 VEGF, MMP2, MMP9 등의 발현을 억제하는 효과가 있는지 분석 4) α-Cubebenoate는 VEGF의 세포부착단백질의 하위신호전달과정에 관여하는 FAK/MLC의 인산화조절을 억제 효능 분석

5.2.4. 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 추진 계획

○ 전 세계적으로 다시 코로나 확진자 수가 늘어서 조심스럽지만, 현재 공동연구를 진행하고 있는 기관과 교류 활동을 진행할 예정임.

○ IIT, Delhi의 Sourrabh 교수를 초청하여 연구 추진사항을 점검하고 향후 계획 논의

○ 국외 연수를 통해 University of California, Irvine의 연구진과 교류하고 더 나아가 학생 교환 프로그램을 정례화할 수 있는 방안을 검토할 예정임.

○ 국제 공동 연구기관이 특정 지역에 편중되어 있다는 자체적인 판단하에 유럽지역(독일, 막스플랑크)과 아시아 지역(중국, 일본)의 대학과의 교류를 확대할 예정임.

Ⅲ 4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	실버질환맞춤형 바이오소재 인력양성팀
교육연구단(팀)장명	황대연

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
		주요내용 (200자이내)			
1	성과	KBS 부산 외 19건	22. 04. 19	부산대-질병관리청, 천연두 백신 패치 개발 성공	http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=5443381
		부산대 산학협력단은 질병관리청, 국립보건연구원과 함께 자가 접종이 가능한 천연두 백신 패치 개발에 성공함. 천연두(두창)는 급성 전신 발진성 질환으로, 페스트, 탄저병 등과 함께 제1급 감염병으로 지정되어 있음. 마이크로니들 백신 패치는 효과는 동일하지만 주사제보다 보관과 유통이 용이하다는 장점이 있는데, 세계 최초로 양산형 장비를 이용하여 두창 패치를 개발한 것에 의의가 있음. 본 연구는 백신 분야의 국제저널인 “Vaccines”에 게재되었고, 결핵, 인플루엔자 등 다양한 감염성 질환에 활용될 것으로 전망됨.			



<table>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">성과</td><td>연합뉴스 외
13건</td><td>2022. 05. 02</td><td>부산대 연구팀,
눈 수술 상처
봉합용
순간접착제
개발</td><td>https://www.yna.co.kr/view/AKR20220502034700051</td></tr>
<tr><td colspan="5">부산대 연구팀이 부산대병원, 바이오벤처((주)에스엔비아)와 공동으로 안과용 광경화성 순간 조직 접착제 개발에 성공함. 눈 수술 상처에는 봉합사를 사용하기 힘들고 효과적으로 봉합할 수 있는 의료소재가 없는데, 안전한 생분해성 고분자를 이용해 상처부위를 5초 이내로 봉합할 수 있는 조직 접착제를 개발함. 점막이나 출혈부위에서도 사용할 수 있고 부착 후에는 이물·염증 반응이 적다는 점이 장점이 있음. 본 연구는 의공학 분야 저명 학술지 'Bioengineering and Translational Medicine'에 온라인으로 게재되었음.



안과 수술 순간접착제 연구 이미지
[부산대 제공. 재판매 및 DB 금지]</td></tr>
</table>