

『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(신산업분야)
교육연구단 자체평가 결과보고서

접수번호	-									
신청분야	바이오헬스/혁신신약						단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야			관련분야			관련분야		
		중분류	소분류		중분류	소분류		중분류	소분류	
	분류명	생물공학	생물고분자 공학		약학	약품제제		화학	생화학	
	비중(%)	40			30			30		
교육연구 단명	국문) 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단									
	영문) Education and Research Group for Biopharmaceutical Innovation Leader									
교육연구 단장	소 속		한양대학교 공과대학(원) 생명공학과							
	직 위									
	성명	국문	이근용		전화					
					팩스					
		영문	Lee, Kuen Yong		이동전화					
					E-mail					
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)						
	국고지원금	312,900	697,320	625,194						
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간		2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)								
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2022년 9월 26 일</p>										



자체평가 결과보고서

□ 교육역량 대표 우수성과

(1) 현행 교과과정의 개선

○ 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대

- 바이오헬스/혁신신약분야에서 난치성, 퇴행성 질환의 치료를 위하여 연구되고 있는 신규 표적 발굴, 세포 및 유전자치료 등의 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료 기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식 제공.
- 신규 교과목 개설: 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 생명과학기술, 세포이미징기술, 면역세포치료제특론, 분석생화학

○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학이 개설되었으며, 기존의 일반과목이었던 생명공학실험학도 신규 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음.

대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리에티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	분석생화학	(주)시그널바이오	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	생명공학실험학	(주)알티엠, (주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 과목으로 개편

- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영
- 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화: 신규 위원 위촉 및 위원회 회의 정례화. 대학본부 IAB, 단과대학 IAB, 생명공학과 IAB의 단계적 구성. IAB의 권고사항을 학과와 본부의 통합적인 행정 및 지원 환경 완성 (<https://iab-hyu.hanyang.ac.kr>).

○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- ‘생명공학실험학’ 교과목을 운영: 생명공학연구에 필요한 실험기술을 제공하는 생명공학실험학을 IC-PBL+ 과목으로 운영하여 학생들의 주도적 참여로 진행되는 과목으로 개편하였음. 필수교과목으로 지정하여 운영함.
- 석사논문연구 및 박사논문연구 운영: 학생 개인별 연구주제를 제공하고, 토론 및 지도를 통한 심화연구 교육 실시

○ 융합 교육과정 개선

- ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 구성 유지
- 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영

○ 국제화를 위한 교육 확대

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학

기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3), 2021년 2학기 66% (2/3), 2022년 1학기 33% (1/3)을 차지하여, 전체 약 42%의 비율을 차지함. 사업 시행 전 35%에서 지속적으로 확대되고 있음.

- 외국인 대학원생 유치: 3명의 신규 외국인 대학원생들에 대한 장학금으로 ‘한양 우수 외국인 장학금’을 지급 (최영금(중국): 석사과정 2021년 9월 입학, 호브영티탄수안(베트남): 박사과정, 2021년 9월 입학, 초오(중국) : 석사과정, 2021년 9월 입학)
- 국제학술대회 발표: 5건의 대학원생 국제학술대회 발표
- 국제심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)

(2) 벤치마킹 대학원과의 비교 평가에 근거한 교과과정 개선 계획 진행

- 난양공대 화학생명공학프로그램, 유타대학교 약학대학과의 벤치마킹을 통하여 다음과 같은 개선 계획 수립하였으며, 이에 따른 교과과정 개선 진행

	현행	개선 계획	개선 진행 결과
이수학점	석사: 26학점 이상 박사: 37학점 이상 석박사통합: 58학점 이상	현행유지	현행유지
이수필수과목	석사논문연구, 박사논문연구 1, 2, 생명공학실험학	현행유지	현행유지
선택과목	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화	특화된 교육 트랙 제공 (난양공대의 장점 반영)	트랙 구성을 위한 3과목 신규 개설
실험 및 기타교육	세미나 1/2, 생명공학 실험학	현행유지	현행유지
산업체 연계 교과과목	바이오창업의 이해, 생화학특론2 등 2과목 IC-PBL+ 운영	IC-PBL+ 운영 확대 (6과목 신설) (한양대학교의 장점 확대)	IC-PBL+ 2과목 추가 (총 6과목 개설)
Lab rotation	시행하지 않음	박사과정학생 신청자 위주 운영 (유타대학교의 장점 반영)	박사과정학생 신청자 2명 실시
Teaching Assistant 제도	의무사항 아님	박사과정생 1회 이상 시행 (난양공대와 유타대학교의 장점 반영)	박사과정생 1회 이상 시행
세미나 발표의무	세미나 1회 이상 의무	현행유지	현행유지
타 전공 과목 수강	타 전공과목 인정	전공 간 연계강좌 개설 및 타 전공과목 수강 권장	타 전공과목 수강 권장 (12명의 대학원생, 7과목의 타과과목 수강)

○ 특화된 교육 트랙 정립

- 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비. 6과목 신규과목 개설 (생명과학기술, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발 연구실습, 세포이미징기술, 면역세포치료 제특론, 분석생화학)
- 산업계와의 연계 교육 강화: 4과목의 IC-PBL+ 교과목 신규 개설 및 개편
- 바이오창업교육 강화: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 유지
- 전공융합교육 강화: 생물정보데이터베이스 활용 과목 개설, 의대 기초과목의 수강 권장

- 대학원생 연구주제 선택권 강화: 박사과정 진입학생 중, 2명의 학생 lab rotation 실시 (2개월에 걸쳐 2개 이상의 연구실에서 연구활동 실시)
- 특허교육 및 기술사업화 교육: ‘바이오 창업의 이해’ 교과목에서 특허교육 및 기술사업화 교육 실시

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성			
전공심화교육	전공융합교육	산업계연계 교육 (IC-PBL+)	학생주도 창의연구
세포치료제	생체융합재료특론	중양생물학	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	조직공학특론	시스템생물학설계
면역학 특론	당뇨학특론	생화학특론 2	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	의료용고분자	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	유전자전달체의 임상적적용	신규개설완료 교과목 : <input type="text"/>
생명공학세미나 1,2	면역세포치료제특론	단백질설계	타 기관 연계 교과목 : <input type="text"/>
생체재료특론	세포이미징기술	항암바이러스 개발연구실습	개설예정교과목 <input type="text"/>
약물전달학특론	생명과학기술	응용핵산생화학	
생화학특론 1	구조단백체 이용기술	생명공학실험학	
분석생화학	생명정보데이터베이스 활용	인턴쉽 및 현장실습	
	생물정보학	인체유전체학	
		바이오창업의 이해	

[바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성 및 신규개설 및 개설예정 교과목]

(3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

○ 실험실 인턴 실시: ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함. ‘실용공학연구’에서는 각 연구실별로 주어진 연구주제를 제시하고, 학부학생이 참여할 연구실을 선정한 후, 실습활동을 통하여 연구를 수행하는 과목임.

- 2021년 2학기: 참여학생 16명, 참여교수 5명
- 2022년 1학기: 참여학생 18명, 참여교수 5명

○ 대학원 입시전형 설명회 실시

- 2021년 1학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기, 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여
- 2021년은 코로나 환경으로 인하여 온라인으로 실시하였으며, 2022년 1학기에는 현장 대학원입시전형 설명회를 실시하여, 17명의 학부 학생들이 생명공학과 입시전형 설명회에 참여함.

○ 학과 및 관련 홈페이지 강화

- 학과 홈페이지를 업데이트 하여, 다양한 학과관련 정보를 제공함. 특히, 입학정보, 취업정보, 학술정보를 게시판을 이용하여 제공함.
- BK21 FOUR 홈페이지를 개설 운영하여, BK21 사업 관련 정보를 공개함.

(4) 대학원생 학술활동 지원

- **인센티브 제도 도입**: 2021년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금을 8명에게 차등 지급
- **국제학술활동 지원**: 5건의 국제학술대회 발표
- **국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화**
 - 생명공학세미나를 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의
 - 국제 심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)
- 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여: IC-PBL+ 신규교과목을 개설하여, 산업체 연계 교육을 강화. IAB의 운영을 개선하여, 대학본부, 공과대학, 학과의 유기적인 개선 시스템 구축
- 학생지원을 통한 성과

	건수	비고
학술논문 발표	26편	Advanced Science (IF: 15.84)등 SCI 논문 26편
학술대회 발표	5편	2022 MRS SPRING 외
졸업자 취업현황	취업 18명(졸업생 23명)	78.2% 취업률

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 26편을 기간 중에 발표하였고, 편당 평균 impact factor가 6,779로서 연구의 우수성을 입증

논문제목	발표일	학술지명	index	참여 형태	if	성명
White adipocyte-targeted dual gene silencing of FABP4/5 for anti-obesity, anti-inflammation and reversal of insulin resistance: Efficacy and comparison of administration routes	20211020	BIOMATERIALS	SCI-E	주저자	10.317	
Purification, crystallization and X-ray crystallographic analysis of RPTPH	20210930	Biodesign	등재후보학술지	주저자	0	
A Dynamic Substrate Pool Revealed by cryo-EM of a Lipid-Preserved Respiratory Supercomplex	20220601	Antioxidants & Redox Signaling	SCI	주저자	7.468	
Structural studies of the complex of PTP σ with an allosteric inhibitor Allo1	20220630	Biodesign	등재후보학술지	주저자	0.	
Crystal structure of the catalytic domain of human RPTPH	20220701	Acta Crystallographica Section F STRUCTURAL BIOLOGY COMMUNICATIONS	SCI	주저자	1.056	
Magnetism-controlled assembly of composite stem cell spheroids for the biofabrication of contraction-modulatory 3D tissue	20211025	BIOFABRICATION	SCI-E	주저자	8.213	
Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids	20211122	ADVANCED SCIENCE	SCI-E	주저자	15.84	
Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering	20220101	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOL	SCI-E	주저자	6.953	

		ECULES				
Surface engineering of 3D-printed scaffolds with minerals and a pro-angiogenic factor for vascularized bone regeneration	20220201	ACTA BIOMATERIALIA	SCI-E	주저자	8.947	
Spatially arranged encapsulation of stem cell spheroids within hydrogels for the regulation of spheroid fusion and cell migration	20220401	ACTA BIOMATERIALIA	SCI-E	주저자	8.947	
GM101 in Combination with Histone Deacetylase Inhibitor Enhances Anti-Tumor Effects in Desmoplastic Microenvironment	20211020	CELLS	SCI-E	주저자	4.366	
3D Printing of Polysaccharide-Based Self-Healing Hydrogel Reinforced with Alginate for Secondary Cross-Linking	20210915	BIOMEDICINES	SCI-E	주저자	4.717	
3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel	20210930	COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES	SCI-E	주저자	4.389	
Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based self-healing hydrogels with dual cross-linking	20211215	JOURNAL OF BIOMEDICAL MATERIALS RESEARCH PART A	SCI-E	주저자	3.525	
In Vitro Cellular Uptake and Transfection of Oligoarginine-Conjugated Glycol Chitosan/siRNA Nanoparticles	20211231	POLYMERS	SCI-E	주저자	3.426	
In vitro culture of hematopoietic stem cell niche using angiopoietin-1-coupled alginate hydrogel	20220525	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	SCI-E	주저자	6.953	
Stretchable and self-healable hyaluronate-based hydrogels for three-dimensional bioprinting	20220709	CARBOHYDRATE POLYMERS	SCI-E	주저자	10.25	
Smart engineering of gold nanoparticles to improve intestinal barrier penetration	20211025	JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY	SCI-E	주저자	5.278	
Glycyrrhizin as a Nitric Oxide Regulator In Cancer Chemotherapy	20211117	CANCERS	SCI-E	주저자	6.126	
Nanomedicine in Clinical Photodynamic Therapy for the Treatment of Brain Tumors	20220103	BIOMEDICINES	SCI-E	주저자	6.081	
A novel therapeutic strategy of multimodal nanoconjugates for state-of-the-art brain tumor phototherapy	20220104	JOURNAL OF NANOBIOTECHNOLOGY	SCI-E	주저자	10.435	
DAMP-modulating nanoparticle for successful pancreatic islet and stem cell transplantation	20220801	Biomaterials	SCI-E	주저자	15.304	
Hypoxia-specific anti-RAGE exosomes for nose-to-brain delivery of anti-miR-181a oligonucleotide in an ischemic stroke model	20210901	NANOSCALE	SCI-E	주저자	6.895	
Dual-Functional Dendrimer Micelles with Glycyrrhizic Acid for Anti-Inflammatory Therapy of Acute Lung Injury	20211015	ACS APPLIED MATERIALS &	SCI-E	주저자	8.758	

		INTERFACES				
Intranasal delivery of self-assembled nanoparticles of therapeutic peptides and antagomirs elicits anti-tumor effects in an intracranial glioblastoma model	20211015	NANOSCALE	SCI-E	주저자	6.895	
Pulmonary delivery of a recombinant RAGE antagonist peptide derived from high-mobility group box-1 in a bleomycin-induced pulmonary fibrosis animal model	20220422	JOURNAL OF DRUG TARGETING	SCI-E	주저자	5.121	

- 학생 학술대회 발표

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	TERMIS	Multicellular spheroids incorporating osteoinductive and ROS scavenging synthetic fibers with biomineral coating
	2022 MRS SPRING (2022.05.08-13)	Potential of 3D printing in Fabrication of Patient-Specific Biodegradable Microneedle Platform for Alopecia Treatment
	2021 Nature Conference “Bio-Inspired Nanomaterials”	조직공학세포의 지속적 세포 호흡을 위한 엽록체-외막결합 펩타이드를 이용한 감광 산소 생성 생체 재료 개발
	한국생물공학회 춘계 학술대회 (2022.04.13.-2022.04.15.)	Basic Fibroblast Growth Factor Delivery Using Human Serum Albumin Nanoparticles for Effective Wound Healing
	ASGCT 13 th International Oncolytic Virus Conference	Biodistribution, pharmacokinetics, and safety profiles of systemically administered adenovirus coated with tumor-targeted and biocompatible polymer

(5) 신진연구인력 지원

○ 박사후연구원: 박춘선 박사 (계약기간: 2021.03.01 - 2022.02.28., 12개월, 3600만원/년)

- 급성폐손상 치료를 위한 약물전달기술 개발 연구에 참여함. RAGE binding peptide (RBP) 전달, antisense oligonucleotide 등의 핵산 전달, 커큐민 등의 소수성 약물을 봉입한 마이셀의 전달 등의 연구를 통하여 급성폐손상 치료기술을 개발하는 연구를 수행하였음. 1편의 논문에 2저자로 참여하였고, 추가로 1편의 논문을 1저자로 작성 중.
- 논문 실적: 장전옥, 박춘선, 최명지, 하준규, 이민형 (2021) Delivery of miRNA-92a inhibitor using RP1-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model. *J. Biomed. Nanotechnol.* 17, 1273-1283.

○ 박사후연구원: 김충구 박사 (계약기간: 2021.9.1 - 2021.12.31, 4개월, 3600만원/년)

- 3차원 프린팅을 이용한 자성젤 기반의 조직재생용 지지체 개발, 기체발생형 나노입자 제조 및 지방세포 사멸 유도 연구 수행
- 논문 실적:
 - H. H. Roh, H. S. Kim, C. Kim, K. Y. Lee, “3D printing of polysaccharide-based self-healing hydrogel reinforced with alginate for secondary cross-linking”, *Biomedicines*, 9, 1224 (2021).
 - Y. Choi, C. Kim, H. S. Moon, K. Y. Lee, “3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 208, 112108 (2021).
 - H. S. Kim, C. Kim, K. Y. Lee, “Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based self-healing hydrogels with dual cross-linking”, *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 110, 761-772 (2022).

□ 연구역량 대표 우수성과

○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 본 연구단에서는 지난 1년 연구기간 동안 58편의 국제저명 학술지 (SCI/E - 등재지 제외) 논문을 발표하였음. 연구단 선정 당시 교수 1인당 5.1편/년이었으며 지난 1년 연구기간 동안은 교수 1인당 5.8편/년으로 증가하였음. 또한 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0 이고 2020.09~2021.08 편수 환산 IF는 7.075이며 2021.09~2022.08의 편수 환산은 7.498로 증가함.
- 이는 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되는 추세를 반영하고 있고, 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 본 사업단의 취지와 적합하다고 볼 수 있음. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Biomaterials, Advanced Materials, Advanced Science, ACS Applied Materials & Interfaces) 등에 다수의 논문을 게재함으로써 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있으며 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오의약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상해나가고 있음.
- 질적인 향상을 꾸준히 도모하고 있으나, 연구단 초기의 성과이니 만큼 양적인 증가도 이후 유도 및 기대됨.
- 백색지방세포에 과발현 되는 단백질인 prohibitin을 선택적으로 표적하여, 지방산 축적 유전자인 FABP4 와 FABP5를 동시에 침묵시킬 수 있는 dual plasmid vector를 전달함으로써 비만치료 및 항염증, 인슐린 저항성 개선 등을 확인하였음. 본 연구는 Biomaterials (IF 15.304, ENGINEERING, BIOMEDICAL 분야 상위 5%)에 게재하였음 (김용희 교수).
- 선천면역 및 적응면역에 두루 관여하며, 고형암 침투성을 가진 면역세포인 macrophage를 표적으로 하기 위해 macrophage-targeting 능력을 가지고 있는 mannose를 transfection 효능의 고분자 polyethylenimine와 결합하고, 이를 이용하여 plasmid DNA를 macrophage에 특이적으로 전달하는 nanocomplex를 구현함. 결과적으로 체내에서 macrophage의 분극화를 유도하고 chimeric antigen receptor (CAR)를 발현하는 항암성 M1 macrophage를 생성함. 세포 실험 및 동물 실험을 통해 체내에서 CAR-M1 macrophage가 잘 생성되고 암 치유 능력을 가지는 것을 확인함. 해당 내용은 Advanced Materials (IF 32.086, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 3%)에 게재됨 (박희호 교수).
- 스캐폴드 또는 줄기세포의 사용은 손상된 근골격계 조직의 복구를 위해 다방면으로 연구되고 있으나 복잡한 기능, 계층적 구조를 가지고 있는 연골-골 조직을 동시에 재생하는 것은 연골 층, 연골 하골 층의 분리현상 및 이식된 세포의 특이적 분화 조절 어려움으로 인해 재생효율이 좋지 못한 문제점이 있었음. 본 연구에서는 지방유래줄기세포(hADSC) 기반 스페로이드와 함께 각 연골, 골 유도 성장인자인 TGF- β 3, BMP-2가 고정화된 나노섬유를 전달하여 자발적으로 스페로이드 내부로부터 연골, 골 분화를 유도할 수 있는 두 가지 유형의 줄기세포 스페로이드를 제조하였고 각 스페로이드는 실제 연골-골 조직을 모사하기 위한 이중층 구조의 3D 프린팅 마이크로 챔버에 계층적으로 공간에 구분을 두어 배치하였음. 생체 외 분석을 통해 전달된 줄기세포는 역분화 문제없이 이중층 구조 내에서 특이적으로 연골, 골 분화만을 유도하는 것을 확인하였고 21일간의 배양 후 세포-세포 결합력

을 통해 두층을 완전히 부착시키는 것을 증명하였음. 또한, 토끼의 무릎 관절부위의 대퇴 활차 홈에 이중층 구조체를 이식하였을 때, 성공적으로 연골 및 골 조직을 동시에 재생시키는 것을 확인하였음. 본 연구를 통해 효과적으로 전달된 연골, 골 유도인자로 인한 기능성 스페로이드가 서로 다른 종류의 조직을 특이적으로 동시에 치료할 수 있다는 것을 증명하였고 다기능성 및 복합구조를 가지는 복합조직 치료제로서 새로운 플랫폼 기술을 제시함. 본 연구는 Advanced Science (IF 17.521, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 6%)에 게재되었음 (신흥수 교수).

- 제1형 당뇨병 치료는 정상인의 인슐린을 분비하는 췌도세포를 당뇨병 환자의 간에 이식해 치료하지만 이식받은 환자에게 면역반응과 즉각적 혈액 매개 염증반응 등이 발생해 치료효과가 떨어지는 경우가 많이 발생함. 이런 면역거부 및 염증반응에는 이식된 세포의 DAMP(damage- associated molecular pattern) 분자 때문인데, ‘초기 면역거부 및 염증반응에서 크게 관여하는 DAMP 분자를 제어한다면 성공적 세포이식치료가 가능할 것’이란 가설을 세우고 치료법을 제시함. 주요 DAMP 분자 중 하나인 HMGB1(High mobility group box-1)의 활성을 제어하는 글리시리진-글리콜키토산을 나노입자에 코팅해 새로운 조영제를 개발했고, 염증반응이 완화됨을 확인함. 이번 연구로 개발된 면역염증 제어형 조영제는 제1형 당뇨병 치료를 위한 췌도세포 외에도 면역거부 및 염증반응으로 인해 결과가 좋지 않았던 다양한 세포이식 분야에서 활용될 수 있다는 점에서 그 의의를 가짐. 본 연구는 Biomaterials (IF 15.304, ENGINEERING, BIOMEDICAL 분야 상위 5%)에 게재되었음 (이동운 교수).
- 최근 코로나바이러스 감염증으로 인하여 빈번하게 발생하는 급성폐손상/급성호흡부전증후군에 대한 치료제로서, 항염증 유전자치료제의 개발을 목표로 하여 천연물인 glycyrrhizic acid를 유전자 전달체로 개발함. 유효성과 안전성을 확보할 수 있는 새로운 바이오신약으로서, 적당한 치료제가 부재한 급성폐손상에 대한 새로운 치료제로서의 가능성을 제시함. 이 결과는 ACS Applied Materials and Interfaces (IF 10.383, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 15%)에 게재되었음 (이민형 교수).

○ 연구단의 연구비 특허 실적 우수성

- 본 연구단에서는 지난 1년 동안 14건의 특허 등록, 21건의 특허를 출원하였음. 그 중 19건은 국내 특허이며 16건의 국제특허 (미국 및 개별국) 등록 실적을 보유함. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.
- 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼 수 있음. 바이오의약 산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주제의 도출을 유도하고, 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 향상을 추진하고 있음.
- 김용희 교수는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자를 전달하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체를 개발함. 이는 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임 (이중플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체. 등록일 : 20220302, 등록번호 : 3483275).

- 류성언 교수는 인간단백질탈인산화효소의 패밀리 수준 삼차구조연구를 바탕으로 DUSP1에 선택적인 저해제를 발굴하였고 우울증 치료제로서의 효능을 검증한 특허임. (DUSP1 저해제를 함유하는 약제학적 조성물 (PHARMACEUTICAL COMPOSITION CONTAINING DUSP1 INHIBITOR). 등록국가 및 번호: 미국 11,147,807).
- 윤채옥 교수는 향상된 유전자 전달 효율 및 항종양 효과를 갖는 생분해성 종양 미세환경 반응성 유전자 전달시스템 (특허등록번호; 11,174,465), 유전자 전달 및 유전자 치료를 위한 아데노바이러스 복합체 (특허등록번호; 11,235,072)에 대한 지적 재산을 획득하였음.
- 신흥수 교수는 모의체액에 폴리페놀을 혼합하여 용액 상에서 자가조립에 의한 나노크기의 균일한 바이오미네랄 입자를 형성하거나 고분자 등의 이식가능 생체재료 표면에서 바이오미네랄 입자의 직접적인 코팅을 유도하는 방법 관련한 특허를 등록함 (폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체). 바이오미네랄 나노입자를 골손실 치료를 위한 합성 골 이식재로 사용하거나 골 형성관련 재생과정, 모니터링을 위한 조영제, 염증제어용 골 이식 대체재 등으로 사용 가능.
- 이근용 교수는 이산화탄소 기체 발생량을 최대화 시킬 수 있는 소재 합성 및 마이셀 제조법 관련 원천기술을 개발하였음. 기체 발포를 통하여 세포사멸 유도가 가능한 새로운 기술을 개발하였고, 이를 기반으로 암조직 및 지방조직을 감소시킬 있기 때문에 새로운 바이오의약으로서의 가능성을 제시하였음 (기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법. 등록일: 20201222, 등록번호: 10-2358116).
- 이동윤 교수는 포도당 검출용 복합체 및 이를 포함하는 눈물 내 포도당 검출을 위한 콘택트렌즈형 센서에 관한 특허를 등록함. 더욱 간단하고 경제적인 방법으로 포도당의 농도 변화를 시각화하고, 정량적으로 측정할 수 있음. 또한, 종래의 혈당 측정법과 비교하여, 혈액이 아닌, 눈물 내 포도당 농도를 측정함으로써 비침습적인 방법으로 포도당의 농도를 실시간으로 모니터링할 수 있고, 당뇨병의 조기 진단 및 예방을 위한 기술 분야에 폭넓게 적용될 수 있음 (RGB 값을 이용한 포도당 농도 측정 장치. 10-2314687, 대한민국, 20211013).

○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년)에서 2021.9.1.-2022.9.1.에는 615,583 천원(년)으로 증가하였음 (2020.9.1.-2021.8.31.: 459,453 천원(년)). 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 지난 1년 간 연구단 참여 교수들의 연구비 수혜는 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.

□ 산학협력 대표 우수성과

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 44,989 천원의 산학연구비를 수주하여, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 평균 33,000 천원 대비 초과 수주 실적을 확보하였음.
- 2건의 교원창업 ((주)일릭사파마텍 이동운 교수, (주)커서스바이오 김용희)과 4건의 산업체 관련 기술자문((주)미링크, (주)아토플렉스, (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행하여, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음.

○ 참여 교수의 산학협력 실적 우수성

- 김용희 교수는 이중플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체를 개발하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체 개발 관련 특허를 등록함.
- 류성언 교수는 인간단백질탈인산화효소의 패밀리 수준 삼차구조연구를 바탕으로 DUSP1에 선택적인 저해제를 발굴하였고 우울증 치료제로서의 효능을 검증한 특허를 등록함.
- 윤채옥 교수는 아데노바이러스 기반 항암바이러스 개발과 함께 바이러스의 전신투여를 위한 전달체 개발연구도 병행하고 있으며, 지난 1년 간 향상된 유전자 전달 효율 및 항종양 효과를 갖는 생분해성 종양 미세환경 반응성 유전자 전달시스템 (특허등록번호: 11,174,465), 유전자 전달 및 유전자 치료를 위한 아데노바이러스 복합체 (특허등록번호: 11,235,072)에 대한 지적 재산을 획득하였음. 이러한 성과는 바이오신약 개발을 위해 바이오 및 고분자 연구를 융합하여 성취한 결과로서, 본 연구단의 비전과 목표에 부합함.
- 이근용 교수는 기존 바이오프린팅용 잉크의 단점을 보완할 수 있는 이중가교법을 사용하여 하이드로젤 제조 및 3차원 프린팅할 수 있는 기술을 개발함. 3차원 바이오프린팅 이후 세포가 내포된 하이드로젤의 이중가교를 통해 조직재생에 안정성을 갖는 하이드로젤 제조의 원천기술 제공하고, 연골조직 등 다양한 조직재생이 가능하기 때문에 환자 맞춤형 3차원 구조체 제작에 사용 가능함.
- 이동운 교수는 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 신규한 용도에 관한 특허를 등록함. 금속 나노입자에 락토페린 또는 폴리에틸렌 글리콜-락토페린이 결합된 나노입자 복합체는 뇌종양 조직에 효율적으로 표적화시킬 뿐만 아니라, 생체 내 조건 속에서도 금속 나노입자의 안정성이 유지됨으로써 뇌종양의 치료에 있어서 유용할 것으로 기대됨.
- 이민형 교수는 ‘항암 및 항염증 활성을 갖는 약물 복합체 기술’ 특허양도계약을 체결함(기술료 8,100천원).
- 이상경 교수는 ‘Fas 신호전달 억제용 펩타이드를 포함하는 황반변성 예방 또는 치료용 조성물’ 특허양도계약을 체결함 (기술료 33,000천원).

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획

- 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결을 적극적으로 진행할 계획이고, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 수월히 진행토록 할 예정임.
- 또한 산업체 임원급을 대상으로 한양대 생명공학과 IAB 위원으로 위촉하여 산업체 겸직교수직위를 부여토록 할 계획임. 이를 통해서, 산업체의 다양한 협력을 좀 더 강력하게 추진 할 수 있는 기회를 마련토록 할 예정임.

□ 평가위원 평가 결과

○ 교육역량 영역 평가

황도원 연구소장 [(주)테라베스트]

- 한양취업박람회, 특허 및 기술사업화 교육 등 우수 인재 양성 전략이 구체화되어 있음.
- 객관적 성과창출로부터의 인센티브제도 활용을 통해 혁신연구에 대한 동기부여를 유도할 수 있을 것으로 판단됨.
- 학문 간 융합 연구 활성화 교육 프로그램을 통해 융복합 인재를 양성하여 연구에 대한 창의성과 혁신성을 기대해 볼 수 있음.
- 우수한 인재 확보 및 대학원생의 연구만족도를 향상시키기 위해 대학원생 복지제도를 구체화 할 필요가 있음.

이민형 교수 [한양대학교]

- 바이오헬스/신약분야의 신규과목 개설, IC-PBL+ 과목의 추가개설, IAB 활동 강화 등을 통하여, 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선이 꾸준히 이루어지고 있음.
- 또한, 학부생 인턴십 활동이 꾸준히 이루어지고 있고, 우수대학원생 충원을 위한 노력이 잘 이루어지고 있음.
- 기존 벤치마크 결과에 따라, 박사과정 학생의 Lab rotation이 실시되었고, 1차년도에 미흡했던 부분이 보완되었음.
- 학생 논문 성과가 특히 우수함. 1차년도에 비해 논문수가 크게 증대되었음. 학생들의 연구활동 지원도 논문우수자에 대한 시상 및 장학금 지원 등 우수하게 이루어지고 있음.
- 국제 학술활동은 국제심포지엄 개최 등 1차년도에 비해 개선되었으나, 국제학술대회 발표 등은 숫자가 감소하여, 지속적인 독려와 지원을 통해 개선이 필요하리라 생각됨.
- 학과 간 융합교육의 강화가 미흡한 점이 있으나, 계획에 따라 개선되리라 생각됨.

○ 연구역량 영역 평가

황도원 연구소장 [(주)테라베스트]

- 국제저명학술지(SCI급) 편수에 대한 객관적인 양적 증가와 더불어 질적 연구의 향상을 통해 논문 성과지수가 높아짐.
- 기존 전통적인 합성신약이 아닌 최근 글로벌 시장에서 각광받는 세포치료제, 인체적합성 나노신소재, 조직재생공학등 혁신바이오의약품 위주의 과감한 연구를 통한 혁신제품 창출 가능성이 높아짐.
- 질환 중심의 연구 지향을 통해 실용화 측면에서 기존 임상 니즈를 극복할 수 있는 가능성이 보임.
- 지적재산권의 질적 수준 향상 및 해외기관을 통한 연구비 수주 금액 증가로 연구수행능력 및 기술력을 더욱 인정받는 계기를 마련함.

이민형 교수 [한양대학교]

- 총괄적으로 연구역량이 크게 개선되어졌음을 확인함.
- 참여교수들의 논문의 질적, 양적인 증대가 이루어졌음.
- 참여교수들의 수주 연구비가 크게 확대되었음.
- 우수한 연구능력을 가진 신입 교원을 충원하여, 사업단의 연구력을 강화하였음.
- 참여교수들의 국제학술활동이 증대됨. 국제위원회 활동이 크게 강화되었고, 학술발표 건수도 증대되었음.
- 국제공동연구의 확대가 이루어져 왔으나, 논문 등의 정량실적 향상을 위한 노력이 필요할 것임.

○ 산학협력 영역평가

황도원 연구소장 [(주)테라베스트]

- 산업체 연구비 수주액 증가 및 지속적 교원창업 등 산학협력 활동이 가시적으로 증가됨.
- 대학-산업체 간 공동업무협약 후 단계적인 마일스톤별 성과 계획이 필요함.
- 대학원생 산업체 파견통한 현장교육 또는 산업체 연구인력의 대학 기자재 장비활용을 통한 공동성과 창출이 기대됨.
- 국내 우수 제약기업 네트워크 확보를 통한 기술이전 가속화 및 이를 통한 다양한 차세대 혁신신약 개발이 잘 이루어지고 있음.
- 대학 기술 활용 촉진을 위해 기술사업화 경험이 풍부한 기업 임원의 겸임교수 관련 구체적인 제도 마련이 필요함.

이민형 교수 [한양대학교]

- 산업체 연구비 수주가 증대되었으며, 산업체로의 기술이전 실적도 증대되었음.
- 산업체에서의 학생인턴십 및 현장실습이 다수 시행됨으로써, 1차년도에 비하여 실적이 개선되었음.
- IAB 위원을 산업체 신규위원을 위촉하였으며, 활동을 강화함.
- 다만, 1차년도에 비해 등록특허 수가 감소하였고, 확대가 필요함.

□ 사업단 자체평가 결과

교육연구단의 비전과 목표 달성정도

- 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성을 위한 교육사업 수행
- 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성을 위한 교육사업 수행
- 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성
 - 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결 실시(연구-교육 연결)
 - 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)
 - 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축 진행(세계-교육 연결)
- 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성
 - 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도
 - 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화
 - 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축 진행
- 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출
 - 혁신인재 양성을 통한 가치 창출 구현
 - 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화
 - 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치
 - 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성 실행(바이오창업 교육의 강화)

교육역량 영역 성과

- 교육과정의 개선
 - 바이오헬스/혁신신약분야의 3개 신규과목 개설
 - 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선: IC-PBL+ 2개 과목 신규 개설, 바이오창업의 이해 운영, 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화

- 생명공학실험학 과목 운영으로 실험기술교육 실시
- 타전공 연관과목의 전공수강 인정
- 국제화를 위한 교육 확대: 영어전용 강의 42%로 확대, 3명의 외국인 대학원생 유치, 5건의 국제학술대회 발표, 국제심포지엄 개최
- 해외대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획
- 특화된 교육 트랙 정립, 3과목 신설로 교육 트랙 개선
- 바이오창업 교육: ‘바이오창업의 이해’에서 특허 교육 및 기술사업화 교육 실시
- 산업계 연계 교육 강화: 신규 IC-PBL+ 2과목 개설, 신규 IAB위원 위촉
- 우수 대학원생 확보
- 학부학생들의 실험실 인턴 실시 (실용공학연구 활동으로 2021년 2학기 16명, 2022년 1학기 18명 참여).
- 2021년 2학기, 2022년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여 및 오픈랩 실시
- BK21 FOUR 교육연구단 홈페이지를 개설 및 운영하여 사업 관련 정보 제공
- 대학원생 학술활동 지원
- 26건의 학술논문 발표 (평균 impact factor: 6.779), 5건의 학술대회 발표, 78.2% 취업률 달성 (18명 취업/23명 졸업생)
- IC-PBL+ 과목을 통하여 산업계 현장문제 해결 동기 부여
- 인센티브제도 도입하여 8명의 연구 우수 학생들에게 인센티브 장학금 지급
- 우수 신진연구인력 확보 및 지원
- 2명의 박사후연구원 지원
- 신진연구인력의 계약기간 보장, 연구 및 행정 지원
- 박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영
- 교육 프로그램의 국제화
- 국제심포지엄 개최 및 정례 생명공학세미나에 의한 해외학자 강연
- 국제학술대회 발표지원, 외국학생 유치, 모든 학위 논문 영어작성
-

연구역량 영역 성과

- 지난 1년 연구기간 동안 58편의 국제저명 학술지 논문 게재. 교수 1인당 5.8편/년으로 실적 향상
- IF 10 이상의 상위 논문집에 다수의 논문 게재 (Biomaterials, Advanced Materials, Advanced Science, ACS Applied Materials & Interfaces) 및 총 IF 에 대한 편수 환산은 7.498로 연구의 질적 향상 도모
- 지난 1년 동안 특허 등록 14건 및 특허 출원 21건 (국내특허 19건, 국제특허 16건)
- 최근 1년간 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년) 에서 615,583 천원(년)으로 증가하였음.
- 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축 활성화 기대
- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 44,989 천원의 산학연구비를 수주하여 당초 계획대비 초과 달성함. 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화의 결과로 볼 수 있음.

산학협력 영역 성과

- 산학협력 영역 실적 우수성
- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 44,989 천원의 산학연구비를 수주하여, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000 천원 연구비 (33,000 천원/인/년) 대비 초과 수주 실적을

확보

- 2건의 교원창업과 4건의 산업체 관련 기술자문 등 계획대로 꾸준히 산학협력 수행
-

차년도 추진계획

○ 교육영역에서의 추진계획

- 교과과정의 지속적 개편 추진
 - 바이오헬스/혁신신약 관련 신규 교과목 추가 개설
 - 산업계 연계 교과과정 개선: IC-PBL+ 교과목 추가 개설
 - 융합교육과정 개선: 타전공 융합 교과목 개설
 - 바이오창업 교육 지속: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영
 - 학생연구주제 선택권 보장: Lab rotation 제도 홍보 및 실시
 - 박사과정학생 Teaching assistant 지원
- 교육의 국제화 추진
 - 영어전용 강의 40% 이상 달성
 - 외국인 대학원생 추가 유치
 - 대학원생 국제학술대회 발표 지원
 - 국제심포지엄 개최
- 우수 대학원생 확보 노력
 - 실험실 인턴십 실시: 학부 교과목을 활용한 실험실 인턴 참여 촉진
 - 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 실시: 대학원 페어 참여 및 홍보
- 대학원생 학술활동 지원
 - 대학원생 인센티브제도 실시: 학생 논문실적에 따른 특별장학금 지급
 - 국제학술활동 지원: 국제학술대회 참여 경비 지원
 - 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화: 생명공학세미나 운영, 국내외 연자를 초빙한 학술심포지엄 개최로 최신 연구내용 교류
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지식재산권 공유 지원 등을 통하여 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진 도모
- COVID-19 상황 변화에 따라 우수한 연구성과와 기술력을 기반으로 해외대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 확대
- 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획
 - 향후 산학 간의 인적/물적 교류를 수월하게 확대하기 위해서, 산업체와의 MOU 협정 체결 진행. 이를 기반으로 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등 진행
 - 산업체 임원급을 IAB 위원으로 위촉하고 산업체 겸직교수직을 부여함으로써 산업체와의 협력을 다양하고 강력하게 추진할 수 있는 기회 마련