

**『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(신산업분야)**  
**교육연구단 성과평가 보고서**

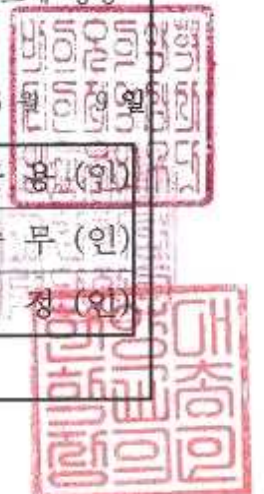
접수번호	5199990514440							
신청분야	바이오헬스/혁신신약				단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	생물공학	생물고분자 공학	약학	약품제제	화학	생화학	
	비중(%)	40		30		30		
학과(부)/ 협동과정/ 융합전공/ 학과(부)내 전공	생명공학과			대학 간 연합 여부				
				융합전공 여부				
				협동과정 학과 여부				
교육연구 단명	국문) 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 영문) Education and Research Group for Biopharmaceutical Innovation Leader							
교육연구 단장	소 속	한양대학교		공과대학(원)	생명공학과			
	직 위	교수						
	성명	국문	이근용		전화	02-2220-0482		
					팩스	02-2293-2642		
		영문	Lee, Kuen Yong		이동전화	010-6235-2642		
E-mail					leeky@hanyang.ac.kr			
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)			
	국고지원금	312	625	625	771			
총 사업기간	2020. 9. 1. ~ 2027. 8. 31. (84개월)							
평가 대상 기간	2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29. (42개월)							

본인은 『4단계 BK21』 사업 성과평가 보고서를 제출합니다. 아울러, 보고서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠다는 서약합니다.

2024년 5월 9일

작성자	교육연구단장	이근용 (인)
확인자	한양대학교 산학협력단장	변중부 (인)
확인자	한양대학교 총장	이기정 (인)

한국연구재단 이사장 귀하



## 〈보고서 요약문〉

중심어	바이오의약	문제해결형 인재	글로벌 융합인재
	사회기여형 인재	초연결 교육	초융합 연구
	가치 창출		
교육연구단의 비전과 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육연구단 비전                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성</li> </ul> </li> <li>○ 교육 방향 및 목표                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결(연구-교육 연결)</li> <li>- 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)</li> <li>- 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축(세계-교육 연결)</li> </ul> </li> <li>· 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도</li> <li>- 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화</li> <li>- 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축</li> </ul> </li> <li>· 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 혁신인재 양성을 통한 학생, 대학, 기업, 국가 가치 창출</li> <li>- 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화</li> <li>- 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치</li> <li>- 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성(바이오창업 교육의 강화)</li> </ul> </li> <li>· 교육목표: 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성</li> </ul> </li> </ul>		
교육역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현 교육과정의 장점 확대                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 산업계 연계 교육과정인 Industry-Coupled Problem-Based Learning (IC-PBL+) 9개 교과목 개설 및 산업연계교육자문위원회 (IAB) 확대 운영</li> <li>· 생명공학실험학 필수운영으로 실험기술교육 실시</li> <li>· 타 전공 연관 과목의 전공수강 인정</li> </ul> </li> <li>○ 해외대학 벤치마킹에 기반 교과과정 개선                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 특화된 4개의 교육트랙 제공: 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 (학생 자율선택)</li> <li>· 산업계 연계 교육 강화: IC-PBL+ 교과목 및 IAB 운영 확대 실시</li> <li>· 바이오창업 교육, 특히 교육 및 기술사업화 교육 확대</li> <li>· 학사관리 강화: 조교제도 확대, 학위논문제출자격 강화</li> <li>· 전공융합교육 강화: 타 전공과의 연계 강좌 확대, 타 전공과목 수강 권장</li> <li>· 대학원생 연구주제 선택권 강화: Lab rotation 제도 실시(석박사통합/박사과정 신입생)</li> </ul> </li> <li>○ 우수 대학원생 확보 및 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 실험실 인턴 실시, 대학원 입시전형 설명회(대학원 페어) 참여, 관련 홈페이지 강화, 장학금 지원</li> <li>· 우수 논문 인센티브 제도 도입, 국제학술활동 지원</li> </ul> </li> <li>○ 대학원생 학술활동 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우수 연구기관 연수기회 제공, 해외 및 국내 석학 세미나 및 심포지엄 개최, 국제학회 참가 지원 및 구두발표 확대, 전공 간 융합교육의 강화, 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 경험</li> </ul> </li> <li>○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우수 신진연구인력 확보 및 연구활동을 위한 지원</li> <li>· 신진연구인력의 계약기간 보장, 연구 및 행정 지원</li> <li>· 박사과정 수료생/박사학위자의 Teaching Fellow 제도 운영</li> </ul> </li> <li>○ 교육 프로그램의 국제화</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 해외 협력기관 교류를 통한 장단기연수 프로그램 실시(국제공동연구 활성화), 해외학자 활용, 국제학술회의 발표 지원, 정기 국제 심포지엄 및 워크숍 개최, 외국 우수 학생 유치, 학위논문 작성의 국제화, 글로벌 수준의 연구윤리 교육 강화</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>연구성과 요약</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정부 연구비 수주실적 성장 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 연구비 수주실적 향상(교수 1인당 연구비 5.51억/년, 사업참여 이전 대비 50% 증가)</li> </ul> </li> <li>○ 글로벌 연구역량 강화 및 질적 우수성 향상 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 연구역량의 질적 향상(논문 평균 IF 8.0, 사업참여 이전 대비 35.6% 증가)</li> </ul> </li> <li>○ 산업문제 해결형 융복합 연구활동 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>· IC-PBL+ 중심의 대학원 교육 프로그램 개편(신규 포함 9개 교과목 운영)</li> <li>· 바이오의약 신산업 관련 분야의 문제 해결을 위한 연구주제 도출 및 융복합 연구 수행</li> <li>· 지속가능형 융복합적 문제 해결 프로세스 확립을 통한 연구의 질적 우수성 증진</li> </ul> </li> <li>○ 국내외 대학 및 연구기관 간 공동연구 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내외 기관 간 공동연구 확대 및 바이오의약 분야 관련 국책 연구실 유치</li> <li>· 해외 장기연수 프로그램 활성화, 국제학술회의 발표 지원, 정기 국제 심포지엄 및 워크숍 개최 지원, 인력교류 활성화</li> <li>· 국제공동 연구 및 연수프로그램을 사업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템 체계화(MOU 체결 및 성과 관리)</li> </ul> </li> <li>○ 참여교수 및 참여연구원 연구지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 참여교수 연구지원: 강의 부담 경감, 우수 논문게재 인센티브 지급</li> <li>· 참여연구원 연구지원: 국제공동연구, 해외연수 활성화 및 국제학술회의 참여 적극 지원, 실적의 질적 평가를 통한 인센티브 지원</li> </ul> </li> <li>○ 연구환경 개선: 대학원생 연구성과 보호, 산업체 연계 프로그램 활성화, 창업 연계 교육 프로그램 확대</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>산학협력 영역</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산학공동 교육과정 구성 및 운영 <ul style="list-style-type: none"> <li>· IC-PBL+ 운영으로 산업현장에서 발생하는 실제적인 문제 및 사회 수요를 반영한 문제해결 역량 강화</li> <li>· 산업체 현장실습(인턴십) 프로그램 운영 실시</li> <li>· 산업체 세미나 연사를 초빙하여 산업체의 최신 연구동향 교육 및 간담회 개최</li> <li>· 산업체 임원/연구소장을 IAB로 초빙하여 교과과정 구성 참여 및 개선 사항 반영</li> </ul> </li> <li>○ 참여교수 산학협력 역량 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내외 산업체 연구비 수주 계획 대비 100% 증가</li> <li>· 바이오의약 신산업 관련 분야의 문제 해결을 통한 산업화의 질적 우수성 증진</li> </ul> </li> <li>○ 산학 간 인적/물적 교류 실적 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 한양대학교 보유 장비의 산업체 활용</li> <li>· 산업체 네트워크 구성 및 MOU 협정 체결</li> <li>· 산업체 현장 실무자 교육 실시</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>향후 계획</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지속적인 사업 수행으로 글로벌 연구융합 활성화 및 차세대 바이오의약 산업을 선도할 수 있는 혁신 인재양성 등의 교육연구단 비전 달성</li> <li>· 바이오의약 산업 분야의 수요 반영을 통한 대학 교육의 현장적합성 제고</li> <li>· 융복합 연구중심대학 기반 강화</li> <li>· 바이오의약 신산업분야 산학협력을 통한 실무중심 인재 양성</li> <li>· 바이오의약 신산업분야의 당면 문제해결 및 글로벌 경쟁력 향상</li> <li>· 산업체 인사의 대학 겸임-초빙교수 임용 추진</li> <li>· 학위논문 산업체 공동지도 운영 활성화</li> <li>· 연구년 교원의 산업체 기술 개발 참여 촉진</li> </ul>

# 목 차

<b>I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표</b> .....	<b>5</b>
1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표 .....	6
1.1 교육연구단의 필요성 및 기대효과 .....	6
1.2 교육연구단의 비전 및 목표 달성도 .....	9
1.3 교육연구단의 구성 .....	17
<b>II. 교육역량 영역</b> .....	<b>27</b>
1. 교육과정 구성 및 운영 실적 .....	28
1.1 교육과정 구성 및 운영 실적 .....	28
2. 인력양성 현황 및 지원 실적 .....	42
2.1 교육연구단의 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적 .....	42
2.2 참여대학원생 학술활동 지원 실적 .....	44
2.3 참여대학원생의 취(창)업 현황 .....	46
2.4 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적 .....	49
3. 참여대학원생 연구역량 .....	53
3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성 .....	53
3.2 참여대학원생 연구 수월성 증진 실적 .....	79
4. 참여교수의 교육역량 .....	82
4.1 참여교수의 교육역량 대표실적 .....	82
5. 교육의 국제화 전략 .....	84
5.1 교육 프로그램의 국제화 실적 .....	84
5.2 참여대학원생 국제공동연구 실적 .....	88
<b>III. 연구역량 영역</b> .....	<b>91</b>
1. 참여교수 연구역량 .....	92
1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 .....	92
1.2 연구업적물 .....	93
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적 .....	98
2. 연구의 국제화 현황 .....	103
2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황 .....	103
2.2 참여교수의 국제공동연구 실적 .....	107
2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 .....	108
<b>IV. 산학협력 영역</b> .....	<b>111</b>
1. 산학공동 교육과정 .....	112
1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 실적 .....	112
2. 참여교수 산학협력 역량 .....	115
2.1 국내 및 해외 산업체, 지자체 연구비 .....	115
2.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성 .....	116
2.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성 .....	117
3. 산학 간 인적/물적 교류 .....	131
3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적 .....	131

## 〈부록〉 첨부자료

4단계 BK21 사업

## I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

# I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

## 1. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

### 1.1 교육연구단의 필요성 및 기대효과

#### ○ 바이오의약(Biopharmaceutical)

- 사람 또는 다른 생물체에서 유래된 것을 원료 또는 재료로 하여 제조한 의약품으로서, 고유 독성이 낮고 작용 기전이 명확하여 퇴행성·난치성질환 치료제 또는 환자맞춤형 표적치료제로 사용됨.
- 질병 진단 및 치료에 활용되는 생물학적 제제(백신·혈장분획제제 및 항독소 등), 유전자재조합 의약품(펩타이드 또는 단백질의약품, 항체의약품, 세포배양의약품 등), 세포치료제, 유전자치료제 및 기타 식품의약품안전처장이 인정하는 제제 등을 포함.

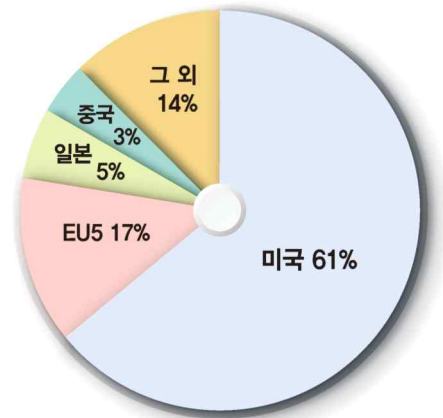
#### ○ 세계 바이오의약산업 현황

- 2017년 글로벌 바이오의약품 시장규모는 2,080억 달러로 전체 의약품 시장의 25%를 차지하고 있고, 매년 8.4%의 성장률을 보일 것으로 예측됨(EvaluatePharma, 2018).
- 현재 우리나라 주력 수출업종인 메모리반도체의 2017년 세계 시장규모(1,240억 달러, 세계반도체 무역통계기구)와 비교할 때, 바이오의약품 시장의 중요성을 알 수 있음.



[글로벌 바이오의약품 시장규모]

(EvaluatePharma World Preview, 2018)



[국가별 바이오의약품 시장점유율]

(EU5: 독일, 프랑스, 이탈리아, 영국, 프랑스)

(IQVIA, 2018)

- 국가별 시장점유율을 살펴보면, 미국이 가장 큰 점유율을 가지고 있으며 유럽연합, 일본, 중국이 추격하고 있음.
- 바이오의약품이 전체 의약품시장에서 차지하는 비율은 계속 상승하여 2024년에는 약 31%의 비중을 차지할 것으로 예상됨.
- 현재 세계는 바이오의약품 산업을 중심으로 하는 바이오경제 선점을 위한 적극적인 경쟁에 돌입하였으며, 각 국가별로 바이오경제 계획을 수립하여 실행 중에 있음. 사람 또는 다른 생물체에서 유래된 것을 원료 또는 재료로 하여 제조한 의약품으로서, 고유 독성이 낮고 작용 기전이 명확하여 퇴행성·난치성질환 치료제 또는 환자맞춤형 표적치료제로 사용됨.

- 질병 진단 및 치료에 활용되는 생물학적 제제(백신·혈장분획제제 및 항독소 등), 유전자재조합 의약품(펩타이드 또는 단백질의약품, 항체의약품, 세포배양의약품 등), 세포치료제, 유전자치료제 및 기타 식품의약품안전처장이 인정하는 제제 등을 포함.

### ○ 국내 바이오의약품산업 현황 및 육성 전략

- 2016년 우리나라의 세계 바이오의약품 시장점유율은 1%에 불과하였고, 이는 ICT 산업점유율 9.7%에 비하면 매우 작은 수치이나, 최근 10년(2008~2017)간 의약품산업의 성장률이 반도체산업의 성장률에 육박함(263.5%, 한국제약바이오협회, 2018). 이러한 성장률은 우리나라의 바이오의약품산업의 성장 가능성과 차세대 주력산업으로서의 전망을 보여줌.
- 정부는 바이오의약품 산업을 포함하는 바이오헬스 분야를 전기·자율차, 반도체·디스플레이, IoT 가전, 에너지신산업과 함께 5대 신산업으로 분류하고 중점 육성계획을 발표함(신산업 기술로드맵, 산업통상자원부, 2018).



- 바이오산업혁신전략은 3대 전략과 9대 중점과제를 기반으로 추진되고 있음.

3대 전략	9대 중점과제
 바이오 R&D 혁신	창의/도전적 연구 촉진
	미래 대비 R&D 강화
	바이오 기반 융합연구 확산
 바이오 경제 창출	과학 창업/사업화 활성화
	융합형 바이오 신산업 육성
	바이오생태계 확충
 국가 생태계 기반 조성	국가 바이오경제 혁신시스템 정비
	바이오 규제 혁신 및 사회적 합의 체계 마련
	바이오 혁신 플랫폼 구축

- 기획재정부, 보건복지부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 식약처, 중소벤처기업부, 금융위원회, 특허청 등 8개 부처는 “바이오헬스 R&D”분야의 지원금액을 2017년 2조 6천억원에서 2025년까지 연간 4조원 이상으로 확대해 나갈 방침임을 밝혔음(2019년 5월).



[바이오헬스 산업 혁신전략 목표]

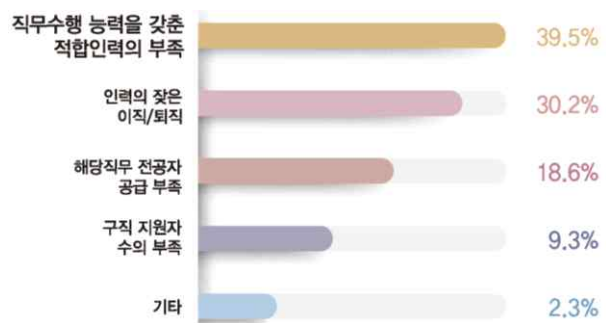
#### ○ 바이오의약산업 인재양성의 필요성

- 국내 바이오의약 산업의 성장과 함께 일자리 수도 증가할 것으로 예상됨. 2016-2026년 전 제조업 연평균 취업자 증가율은 0.8%에 그치지만, 의료용 물질 및 의약품 제조업 취업자 증가율은 3.4%에 이르러, 전 제조업의 평균을 훨씬 상회할 것으로 예상됨. 이러한 취업자 수의 증가에 부응하기 위하여, 바이오의약분야의 우수인재 양성이 필요함.
- 현재, 바이오기업들의 수요를 충족할 만큼의 우수한 직무수행 능력을 가진 전문인력이 부족함. 따라서, 기업이 요구하는 실무 능력을 갖춘 연구개발 인력확보가 요구되고, 이러한 산업체 수요와 공급의 격차를 해소하기 위하여 바이오의약 전문인력 양성을 위한 교육연구단이 필요함.



[바이오산업 취업자 전망]

(한국고용정보원, 2017)



[바이오산업 인력 부족 원인]

(한국바이오의약품협회, 2018)

- 국가 바이오혁신전략에 제시된 바이오경제 창출을 위한 창업 및 사업화 전문인력 양성이 필요하고, 신산업 창출을 위한 학문 융합형 인력양성 전문기관이 필요함.
- 신규 표적발굴을 통한 대사증후군, 뇌질환, 퇴행성질환, 암 진단/치료 등 바이오의약 분야의 혁신 인재 양성을 위한 교육연구단이 필요함.
- 또한, 급격하게 성장하는 글로벌 첨단재생의료 시장 기반의 의료기기 신산업에 필요한 혁신인재 양성 및 공급이 필요함(GSRAC 재생의료 산업과 조직공학 치료제 산업 동향).

## 1.2 교육연구단의 비전 및 목표 달성도



### ○ 교육연구단 비전

- 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성

### ○ 교육 방향 및 목표

- 4차 산업혁명 시대의 주요 핵심어인 연결(connectivity), 융합(convergence), 창출(creation)을 기반으로 교육연구단의 방향 설정
- **초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성**
  - 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결(연구-교육 연결)
  - 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)
  - 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축(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
- **혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출**
  - 혁신인재 양성을 통한 학생, 대학, 기업, 국가 가치 창출
  - 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화
  - 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치
  - 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성(바이오창업 교육의 강화)
- 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업 분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재를 양성하는 것을 교육연구단의 최종 목표로 함.

### 1.2.1. 교육역량 영역

#### (1) 교육과정 구성 및 운영 실적역량 강화

##### ○ 교육과정 개편

- 본 연구단은 바이오의약 산업분야의 문제 해결 능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신 인재의 양성을 목표로, 기존 교육 과정의 장점은 살리고 부족한 점을 보완하여, 지속 가능한 교육 및 연구 혁신 플랫폼을 창출하여 수요자 중심의 교육과정 개선 전략을 수립하여 이행함.
- 이를 위한 구체적인 세부목표로 1) 바이오의약 우수연구전문인력 양성, 2) 학문간 융합교육 강화, 3) 산업체 연계 교육 강화, 4) 바이오창업 교육 강화를 통한 교육 심화 과정을 이행함.

목표	바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성			
	<b>바이오의약 우수연구전문인력 양성</b> 전공심화 교육을 통한 세계적 우수 연구집단 육성	<b>학문간 융합교육 강화</b> 학문간 융합을 통한 혁신 바이오신산업 창출을 위한 인재 양성	<b>산업체 연계 교육 강화</b> 바이오의약 산업계에서 요구되는 실무능력의 연구개발 인재 양성	<b>바이오창업 교육 강화</b> 바이오경제 창출을 위한 기술 창업 및 사업화 전문가 양성

전략 방향	<b>바이오의약 우수연구전문인력 양성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구심화 교육 및 특화된 교과과정 정비</li> <li>• 국제화된 연구교육환경 확립</li> </ul>
	<b>융합교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공간의 융합을 위한 융복합 교육과정 개발</li> </ul>
	<b>산업체 연계 교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업계가 참여하는 교육과정 개발</li> <li>• 산업체 연계 교과목 개설</li> </ul>
	<b>바이오창업 교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오의약분야의 창업 교육 실시</li> <li>• 지적재산권 교육 실시</li> </ul>

#### 교육연구단과 대학본부의 협력을 통한 실천적 방안 수립

세부 실천 방법	교과과정개편		비교과과정개편	
	<b>바이오의약 우수연구전문인력 양성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙 정립</li> <li>• 바이오의약분야 대응 교과목 운영</li> <li>• 국제화 영어전용 교과목 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학사관리 강화</li> <li>• 학생 연구주제 선택권 강화</li> <li>• 국제화 연구환경 확립</li> </ul>	
<b>융합교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공융합교과목 개설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타 전공 교과목 수강 시 전공과목으로 인정</li> </ul>		
<b>산업체 연계 교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확충</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업연계교육자문위원회 운영</li> <li>• 산업체 인턴 실시</li> </ul>		
<b>바이오창업 교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창업 및 특허관련 교과목 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생특허 출원 및 기술이전 촉진</li> </ul>		

## 해외대학 벤치마킹에 의한 교육과정 개편 계획 및 달성 총괄대비표

	계획	실천사항
<b>바이오의약 우수연구 전문인력 양성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙의 정립</li> <li>• 바이오의약 분야 대응 교과목 운영</li> <li>• 영어전용 교과목 30% 이상 확대</li> <li>• 연구주제 선택권 강화, TA제도 활성화</li> <li>• 학사관리의 강화</li> <li>• 국제화 연구환경 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신규개설 8과목 포함하여 특화된 트랙 확립</li> <li>• 2개 과목 신규개설 포함하여 바이오의약 신산업 6대분야 대응 교과목 체계 완성</li> <li>• 영어전용 과목 33% 달성 (세미나 제외)</li> <li>• Lab rotation 제도 활성화</li> <li>• TA 참여 활성화</li> <li>• 이수학점, 학회/논문발표, 어학성적, 논문심사 등 기준 정립 및 관리 철저</li> <li>• 국제심포지엄 개최, 해외 과학자 초청 강연</li> <li>• 해외공동연구 및 장기 연수 실시</li> </ul>
<b>융합교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공융합교과목 개설</li> <li>• 타 전공 관련교과목을 전공과목으로 인정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2과목 전공융합과목 신규 개설 포함, 총 4과목 융합과목 운영</li> <li>• 타 전공 교과목 이수 장려 및 참여 학생 수 대폭 증가</li> </ul>
<b>산업체 연계 교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확대</li> <li>• 산업연계교육자문위원회 운영</li> <li>• 산업체 인턴 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추가된 7개의 IC-PBL+ 과목을 포함하여 총 9개 IC-PBL+ 교과목 운영</li> <li>• 산업계 전문가로 구성된 산업연계교육자문위원회 구성 및 정기 회의를 통한 자문</li> <li>• 산업체 인턴 참여 학생 수 및 참여 회사의 대폭 증가</li> </ul>
<b>바이오창업 교육 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창업 및 특허관련 교과목 운영</li> <li>• 학생특허 출원 및 기술이전 촉진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오창업의 이해 교과목 운영</li> <li>• 학생참여 특허출원 장려 및 특허 수 증가</li> </ul>

### ○ 특화된 교육 트랙 정립 및 바이오의약 분야 대응 교과목 개설

- 전공심화, 전공융합, 산업계 연계 교육, 학생주도 창의연구 트랙을 확립함으로써, 진로에 따른 역량을 강화하는 교과목 체계를 완성함(8개 교과목 신규 개설).
- 질환 치료를 위한 신규 표적 발굴, 세포 및 유전자치료 등의 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료 기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식을 제공함.

### ○ 영어전용 교과목 30% 이상 확대

- IC-PBL+를 제외한 일반강의의 57%를 영어전용으로 진행(전체 교과목 중 33%로 목표 달성).

### ○ Lab rotation 제도 활성화

- 2022년 신규 실시한 후 점차 활성화되었음(2023년도 박사/석박사통합과정 신입생 중 50% 참여).

### ○ TA 제도 활성화

- 박사과정생은 재학 기간 중 1회 이상 TA로 활동하여 지도교수의 교과목 강의 수행에 참여하고 교육활동에 기여하였음.

### ○ 학위논문의 질적 수준 향상을 위한 엄격한 학사 관리

- 연구의 질적 수준을 향상하기 위하여, 석사과정생들은 학위 논문 심사 전에 관련 학회에서 1회 이상 발표를 의무화함. 또한, 박사과정생들은 학위 논문 심사 전에, Journal Citation Report의 Q1 저널에 주저자로 논문을 발표해야 하는 내규 마련.

## ○ 교육 국제화 역량 강화

### □ 국제심포지엄 개최 및 해외 저명 과학자 초청강연

- 최신 바이오의약 관련 국제심포지엄과 워크숍을 개최하고 해외 연구자들을 초청하여 최신 연구동향에 대한 강연을 제공함으로써, 대학원생들이 국제적 연구수준을 경험하고 국제협력의 감각 향상 및 연구의욕을 고취함.

### □ 국제 공동연구 수행 및 장기연수 지원

- 해외 연구소 및 대학의 연구실들과 공동연구를 수행하고 협력함으로써, 연구의 국제적 수준을 높이고 연구의 완성도를 높이고 있음.
- 참여대학원생들이 국제공동연구의 주요 연구인력으로 참여하고, 해외 연구인력과 의사소통 및 협력의 역량을 키워나가면서, 바이오의약 분야에 대한 세계적 안목 및 추세에 대한 학습 기회 제공.

### □ 국제 장기연수

- 국제공동연구를 통하여, 대학원생들의 장기연수의 기회를 제공하였음. 참여대학원생들은 상대국에서 2주 이상 장기 체류를 하면서, 공동연구 주제에 대한 심도 있는 연구 및 최신기술 습득의 기회를 가짐.

## ○ 전공융합교과목 개설

- 두 전공과목을 융합한 융합교과목을 개설하여, 융합적 사고 및 접근을 통하여 주어진 문제를 해결하는 방법을 제공하였음.
- 한양대학교 창업지원단과 공동운영 교과목을 운영하여, 기술 사업화 관점에서 바이오의약 연구에의 접근 방법에 대한 이해를 제공하였음.

## ○ 타 전공과목 이수 장려

- 교육연구사업단은 전공융합의 강화의 목적으로 융합과목 개설 외에도, 대학원생들이 다른 학과의 전공과목을 이수하였을 때, 전공과목으로 인정하는 제도를 시행함.
- 학생들은 유기나노공학과, 화학공학과, 생명과학과, 과학기술정책학과, 식품영양학과, 자원환경공학과, HY-KIST 바이오융합학과, 국제학부 등의 전공과목을 수강하였고, 생명공학 기술의 새로운 응용 또는 다른 전공 기술의 생명공학으로의 응용 등의 가능성을 높임.

## ○ 산업체 연계 교육 강화(IC-PBL+ 교과목 확대)

- 교수자가 기존의 이론중심의 교육에서 벗어나 교육내용과 교육방법을 개편하여 산업계 실제문제의 교육뿐 아니라 산업계가 교육에 직접 참여하는 문제해결 중심의 IC-PBL+ 교육을 실시함.
- 현장 통합형(M)과 현장 문제형(A)이 전체 개설과목의 66%를 차지하는 등 산업현장과 밀접한 연계를 가지고 진행되었음.
- IC-PBL+ 운영 교과목은 신규 7과목 및 기존과목 개편 등을 포함하여 총 9과목의 교과목이 운영되고 있으며, 기존 계획서의 목표인 총 8개 과목 운영 목표를 초과 달성하였음.

## ○ 산업연계교육자문위원회(Industry-Advisory Board, IAB) 운영

- 바이오의약 분야의 산업계 전문가로 구성된 산업연계교육자문위원회를 구성하고, 산업연계 교육과정 개편의 자문, 산업연계교과목 개발 자문의 역할을 수행하였음.
- 정기 회의를 통하여 교과과정에 대한 검토 및 개선사항의 의견을 수렴하여 반영하였음. 한양대학교 본부에서는 자문료 지원 등 위원회 활동을 지원하고, 홈페이지를 운영하여 그 결과를 공유함.

## ○ 산업체 인턴 실시

- 현장교육을 강화하기 위하여 기업체에 인턴프로그램을 운영하고 학업과 현장교육을 동시에 진행

할 수 있는 기회를 제공하였음.

- COVID-19로 인하여 대면 실습에 많은 어려움이 있었으나, 2022년부터 학생들의 적극적인 참여로 산업체 인턴 활동이 활성화되었음(총 33명 참여).

#### ○ 바이오창업 교육 강화 및 특허 관련 교과목 운영

- “바이오창업의 이해” 교과목을 운영하여, 기술사업화 교육과 더불어 지적재산권 교육 실시.
- “지적재산권”의 중요성과 추후 연구의 “기술이전”, “특허방어” 등 산업체에서 사업화 진행에 필요한 내용의 교육을 실시함.
- 참여대학원생들의 연구과정에서 발생한 특허 출원과 등록이 지속적으로 이루어지고 있음.

#### ○ 선순환적 교과과정 개선 프로그램 운영

- 강의를 선순환적으로 개선하기 위하여, 매 학기 중간과 기말에 학생들의 강의평가를 실시함. 이를 기반으로 다음 학기 교과목 개선계획을 수립하고, 이러한 개선계획이 효과적으로 이루어졌는지 매 학기 말에 자체 평가를 진행하는 교과목 CQI (Continuous Quality Improvement) 프로그램 운영.
- 강의품질을 개선하기 위하여 학생들의 의견을 수업질개선센터에서 수렴하고 있음.

## (2) 인력 양성 현황 및 지원 실적

#### ○ 우수 참여대학원생 확보

- 사업 개시 후, 7학기 동안 총 102명의 학생이 입학하였고(연평균 29.2명), 이는 현재 학부 입학정원(23명)을 넘어서는 인원수로서 대학원 과정이 활성화되어 있음을 나타냄.
- 연평균 참여대학원생수는 석사 42명, 박사 2명, 석박통합 21명으로 총 65명임.
- 2020년 2학기에는 석사 31명, 박사 3명, 석박통합 17명(총 51명)의 학생이 참여하였으나, 2023년 2학기에는 석사 48명, 박사 3명, 석박통합 25명(총 76명)으로 우수한 대학원생을 확보하였음.
- 학부정원 대비 56%인 평균 13.1명의 본교 생명공학과 학부 출신이 대학원에 진학하고 있음.
- 현재 외국인 학생은 7명으로 전체 학생 중 9.2%임(석박사통합 및 박사과정 6명).
- 우수 대학원생 확보를 위하여, 매 학기마다 대학원 페어 및 오픈랩을 진행하여, 학생들의 관심을 유도하고 대학원 홍보를 진행함.

#### ○ 참여대학원생 지원 실적

##### □ 교과과정 지원

- 바이오의약 신산업 분야에 대응하는 우수한 교과과정을 제공하여, 생명공학분야의 글로벌 융합인재로 성장할 수 있도록 특화된 트랙기반의 교과 과정을 제공함.
- 모든 대학원생들이 생명공학실험학을 의무적으로 이수하도록 하여, 연구수행에 필수적인 실험기술을 습득하도록 지원함.
- IC-PBL+ 9개 과목을 제공하여 산업계의 문제를 파악하고 해결할 수 있는 능력을 배양할 수 있도록 지원함.

##### □ 비교과과정 대학원생 지원 체계

- 기업체 인턴실습 기회를 제공하여, 산업계에서의 경험을 가질 수 있도록 지원함(총 33명 참여).
- 국제공동연구의 기회를 제공함으로써, 글로벌 생명공학 연구의 수준을 경험 기회를 제공함.

##### □ 국제학회 참가지원

- COVID-19 이후로 국제학회발표가 크게 증가하고 있고, 현재까지 57건의 국제학회발표를 지원함.
- 국제학회 구두발표 비율이 계속 증가하고 있음(2023년 전체 발표 건 수 중 29.6%).

##### □ 우수 연수기관 장기 연수 지원

- 국제공동연구를 통하여, 대학원생들의 장기연수의 기회를 제공하였음. 2주 이상의 장기 체류를 통

하여, 공동연구 주제에 대한 심도 있는 연구 및 최신기술 습득의 기회를 가짐.

우수 연구 장려 인센티브 프로그램 운영

- 매년 운영위원회의 심사를 거쳐 우수 연구결과를 창출한 대학원생에게 우수논문상과 특별성과급을 지급하였음.
- 우수 성과에 대한 홍보효과 및 지속적 우수 연구성과 창출의 동기를 제공하였음.

**○ 참여대학원생 취업 실적**

- 2021년~2023년 졸업한 참여대학원생의 취업률은 진학 포함 89.2%임(진학자를 모수에서 제외할 경우 84.7%임). 2023년 졸업한 참여대학원생의 취업률은 진학 포함 77.2%임(진학자를 모수에서 제외할 경우 85%임).
- 대부분 셀트리온, 한미약품, 녹십자 등을 포함한 바이오의약 및 생명공학 전공 관련 기업에 취업함.

**○ 우수 신진연구인력 확보**

- 교육연구단 운영위원회에서 채용 대상자에 대한 심사를 실시하고 대상자의 적절성을 평가하여 우수한 신진연구인력을 확보하였음.
- 비교적 짧은 기간임에도 총 34건의 논문(주저자 논문 6건)을 발표하는 우수한 실적을 거두었음.

(3) 참여대학원생 연구실적

**○ 참여대학원생 연구 실적의 우수성**

연구논문 질적 역량 향상

- 사업기간 동안 79건의 참여대학원생 논문을 출판하였음.
- 매년 20편이 넘는 논문을 발표하고 있고, 연도별 신입생 수(26명)를 고려하면 1인당 1편 정도에 근접하는 수준임.
- 논문 평균 IF는 8.179로, 사업 시작 전(5.079)과 비교하면 크게 질적인 향상을 하였음.
- 평균 IF는 2020년 6에서 매년 성장하여 2023년에는 10.778로 증가하였음.

학회 발표실적의 우수성

- 참여학생들은 총 160건의 학회발표를 하였음(국제학회발표 57건, 국내학회발표 103건).
- 구두발표의 비율이 크게 증가하고 있으며, 2023년도 국내학회 구두발표 비율은 24.3%이고, 국제학회 구두발표 비율은 29.6%임.

특허실적의 우수성

- 학생참여 특허 등록건수는 총 6건임(국내특허 5건, 미국특허 1건).

(4) 교육의 국제화 실적

**○ 국제심포지엄 개최 및 해외 저명 과학자 초청강연**

- 대학원생들의 국제화 역량 증진 및 분야별 최신 연구 지식 제공, 영어 소통 능력 향상을 위하여 바이오의약 국제심포지엄 개최 및 국제 저명 과학자들을 초청하여 강연을 실시하였음(총 15회).

**○ 우수 외국인 유학생 유치**

- 한양 우수 외국인 장학금을 활용하여 기간 내 총 7명의 우수한 외국인 학생을 유치하였음. 이중 6명의 학생이 박사 또는 석박사통합과정에 지원함.
- 외국인 학생들의 교육이 원활하도록 영어강의를 제공하고 회의를 영어로 진행하였음.

**○ 국제공동연구 기회 제공**

- 해외 연구소 및 대학 연구실과 공동연구를 수행하고 협력함으로써, 대학원생들은 해외 연구인력과의 의사소통 및 협력의 역량을 키워나감. 또한, 바이오의약 분야에 대한 세계적 안목 및 추세에 대한 학습의 기회를 제공함.

**○ 국제 장기연수 프로그램 운영**

- 참여대학원생들은 상대국에서 2주 이상의 장기 체류를 통하여, 공동연구 주제에 대한 심도 있는 최신 연구기술 습득의 기회를 가짐.
- 사업기간 중 2명의 대학원생이 각각 미국 Harvard University Medical School과 벨기에 Ghent University에 파견되어, 최신 연구기술을 습득하였음.

**1.2.2. 연구역량 영역**

**연구역량 향상 계획 및 달성 총괄 대비표**

계획	실천사항
• 연구비 수주실적 향상	• 연구비 수주실적 94% 증가
• 연구논문의 질적 성장	• 논문 1편당 IF가 5.9에서 9.7로 지속적 성장
• 산업문제 해결형 연구활동 강화	• 산학연구비 증가 • IC-PBL+를 통한 산학문제 해결형 연구활동 강화
• 대학 및 연구기관과의 공동연구 강화	• HY-KIST 프로그램 운영 • 공동연구를 통한 연구실적 강화
• 글로벌 연구역량 강화	• 국제심포지엄 개최, 우수 해외 연구자 초청강연 실시 • 국제 공동연구 실시 및 대학원생 해외 연수 실시
• 대학원 교육 프로그램 강화	• 실험기술에 대한 교육 강화 • 연구윤리교육 강화
• 참여교수 연구지원	• 책임시수 3학점 감면 • 연구실적에 따른 인센티브 지급
• 참여대학원생 연구지원	• 연구장학금 지급 • 해외연수 및 국제학술대회 발표 지원 • 우수 논문 발표 대학원생에게 우수논문상 및 인센티브 지급
• 연구환경 개선	• 행정인력 지원 • 대학원 휴게실 설치, 세미나실 리모델링을 통한 제반시설 확충

**○ 연구비 수주 실적 향상**

- 사업 기간 동안 참여교수들의 연구비 수주가 급격하게 증가하였음(총 연구비 94.6% 증가).

**연구비 수주 실적**

	사업참여 이전	사업참여 이후	성장률(%)
총 연구비	97.36억	189.46억	94.6
연평균 연구비	32.45억	54.13억	66.8
교수 1인당 연구비(연평균)	3.61억	5.51억	50

**○ 국제저명학술지 게재 논문의 질적 향상**

- 사업기간 동안 참여교수들은 총 161편(참여교수 1인당 4편/년)으로 사업 시작 이전과 비슷하게 유

지하였으나, 논문 평균 IF는 8.0으로 급격히 증가한 질적 성장을 달성하였음.

- 1단계 사업기간 중 참여교수 1인당 발표 논문 평균 IF 값은 10% 향상을 목표로 하였으나, 현재 계획서 대비 35.6% 향상하였음.
- 발표 논문 중 142편이 국제저명학술지 상위 25% 이상(Q1) 저널에 게재됨(전체 논문 중 90%).
- 또한, 국제저명학술지 상위 10% 이상 국제저명학술지에 논문 71편을 게재함(전체 논문 중 44%)

논문 게재 실적						
	사업참여 이전	2020(6개월)	2021	2022	2023	평균
논문 수	48	29	53	49	30	40
1인당 논문 수	5.3	3.2	5.3	4.9	3.0	4.1
논문 평균 IF	5.9	7.1	6.9	8.4	9.7	8.0

### 1.2.3. 산학협력역량 영역

#### 산학·공동 교육과정 계획 및 달성 총괄 대비표

	계획	실천사항
첨단연구 장비/시설 확충 및 탄력적/유연한 교과과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확대 및 운영</li> <li>• 산업체 현장실습(인턴십) 프로그램 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추가된 7개 과목을 포함하여 총 9개 IC-PBL+ 교과목 운영</li> <li>• 국내외 기업에서 현장 체험 기회 제공</li> </ul>
다양한 분야의 우수 교수진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학위논문 공동지도 운영</li> <li>• 산업체 초청 대학원 학과세미나 운영</li> <li>• IAB(산업연계교육자문위원회) 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학위논문 심사위원회에 산업체 인사 선임</li> <li>• 매 학기 산업체 CEO/연구소장을 세미나 연사로 초청하여 강연</li> <li>• 산업계 전문가로 구성된 산업연계 교육자문위원회 구성 및 정기 회의와 자문</li> </ul>
정부/산업체 연구과제 참여	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (지역)산업체, 지자체, (지역)사회와의 공동 교육 프로그램 구성 및 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수진과 산업체 CEO/연구소장 간담회 진행 및 산학공동연구 계획 운영</li> <li>• 산학공동연구를 IC-PBL+ 적용하여 산업체 실무능력 함양</li> </ul>

#### ○ 산학 간 물적 및 인적 교류

- 한양대학교 보유 장비들을 산업체에서 활용할 수 있도록 온라인 신청을 받고 원스탑 서비스를 제공함.
- 산학 협정, 자매결연 등과 같은 공식적인 협력관계를 중심으로 산학연 공동연구, 산학연 협동강좌 및 교육프로그램, 학술행사, 산업체 기술지도(자문), 기업 인턴십, 학연산 협동과정, 산학연 위원회 활동, 겸임교수 활용 등 다양한 형태로 추진함.
- 산업체 현장 실무자 교육: 교육연구단과 해당 기업체와의 계약을 통해 대학원생을 해당 기업체에 4-8주 간 파견시켜 현장업무를 습득하게 함(총 33명).
- 기업체 수요에 부응하는 맞춤형 연구 수행 및 자문 성과(총 13건)
- 산학 간 특허공동 출원 및 등록
- 산업체 기술이전 실적(총 106,250 천원, VAT포함)
- 산업체 공동연구 실적(산학협력과제 20건, 총 1,946,397 천원, VAT 포함)
- 참여기간 동안 교수 1인당 평균 1억 9천만원의 산학연구비를 수혜하여 당초 목표치를 초과 달성함. 또한, 교수 1인당 평균 2개의 산학공동연구 과제를 수행하였음.

### 1.3 교육연구단의 구성

#### ① 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한 글	이근용	영 문	Lee, Kuen Yong
소 속 기 관	한양대학교 공과대학 생명공학과			

- 생체고분자 기반의 바이오의약 및 재생의료기기 관련 연구개발을 지속적으로 수행하여 왔음. 주요 연구분야로는 유전자/단백질 전달용 표적지향 나노입자, 암 진단/치료용 기능성 나노입자, 조직재생용 지지체, 성형용 필러, 3-D 프린터용 자가치유 하이드로젤 개발 등이 있음.
- 현재까지 124편의 SCI(E) 연구논문과 7편의 book chapter를 발표하였고, 총 인용횟수가 26,659회 (H-index: 59, Google Scholar 기준)를 상회하고 있음. 생체모방형 소재 관련하여 Nature, Cell, Chemical Reviews, Progress in Polymer Science, Advanced Materials, Nano Letters, Biomaterials, Nanoscale, Small, Journal of Controlled Release, Chemical Engineering Journal 등에 다수의 연구논문을 게재하였음.
- Polymer Korea (2008-2010), Biomatter (2011-2016), Frontiers in Bioengineering and Biotechnology (2018-현재)의 Editorial Board Member로 활동.
- 대표 연구실적
  - 논문(Prog. Polym. Sci., 2012): 재생의약 관련 생체소재(피인용 5625회, Scopus)
  - 논문(ACS Applied Materials and Interfaces, 2014): 암 치료용 온도감응형 나노입자
  - 논문(Small, 2016): 신경모세포종 표적지향 유전자전달체
  - 논문(Carbohydrate Polymers, 2020): 자가치유형 소재를 이용한 3차원 바이오프린팅
  - 논문(ACS Nano, 2023): 기체발생형 나노입자를 이용한 지방조직 제거
  - 논문(Advanced Materials, 2023): 포도당 감응형 나노입자를 이용한 암 진단 및 치료
  - 특허(US 9,557,332, 2017): 포도당 대사 제어형 암 진단 및 치료 기술
  - 특허(US 10,869,941, 2020): 기체발생형 마이셀을 이용한 암 진단 및 치료 기술
- 다수의 국내외 특허를 등록(국제 4건, 국내 16건)하였고, (주)휴메딕스에 기술이전을 실시하였음(전용 실시권, 50,000천원, 2015년).
- 교육부/과학기술정보통신부/한국연구재단 합동의 실험실 특화형 창업선도대학 프로그램에 선정되어 (주)슈퍼노바바이오를 창업하였고(특허양도 2건, 2018년), 기술실용화 및 일자리 창출에 기여하고 있음(추가 특허양도 및 기술이전 2건, 2020년 & 2021년).
- 2005년 신설된 한양대학교 생명공학과 창립 교원으로서 학부 및 대학원 교과과정의 기초 및 융복합 교과목을 개설하고 운영하는데 핵심적인 역할을 수행하였음. 특히, 바이오의약 분야와 관련하여 공학/의약학 융복합 교과목(생체융합재료특론, 의료용고분자설계 등)을 강의하였고, 강의우수교수로 4회 선정되어 수상하였음(2007년, 2009년, 2014년, 2016년).
- WCU 및 BK21 Plus 사업에 참여하여 한양대학교 생명공학과 대학원 교육의 특성화 및 국제화에 기여하였음.
- 2008년-2010년 생명공학과 학부 및 대학원 학과장 업무를 수행하였고, 다양한 교내 위원회 활동을 수행하였음(교육과정 개편위원회, 신입학 교원인재선발관, 업적평가개선위원회 등).

<표 1-1> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 교육연구단장 변경 현황

연번	성명	교육연구단장 수행 기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	변경 사유
1	이근용	20200901-20240229	해당사항 없음

② 교육연구단 참여교수

<표 1-2> 교육연구단 참여교수 현황

연번	소속대학 및 소속학과	성명 (한글/영문)	연구자 등록번호	세부전공분야	대표연구 업적물 분야	신임교수	외국인
1	한양대학교 생명공학과	김용희	10149121	생물약제학/약물송달학	약물전달시스템	X	X
					약물전달시스템		
					약물전달시스템		
2	한양대학교 생명공학과	류성연	10096572	단백질생화학	구조생물학	X	X
					구조생물학		
					단백질생화학 (기초생명)		
3	한양대학교 생명공학과	박희호	10920400	세포치료제	세포/조직공학	O	X
					세포/조직공학		
4	한양대학교 생명공학과	신흥수	10127627	생체/의료용 고분자	재생의학소재	X	X
					재생의학소재		
					재생의학소재		
5	한양대학교 생명공학과	윤채욱	10107113	분자세포생물	약물전달시스템	X	X
					중앙면역(생명과학)		
					중앙면역(생명과학)		
6	한양대학교 생명공학과	이근용	10132247	생체/의료용 고분자	생체재료 (바이오·의료융합)	X	X
					생체재료 (바이오·의료융합)		
					생체재료 (바이오·의료융합)		
7	한양대학교 생명공학과	이동운	10180011	생물고분자공학	생체재료 (바이오·의료융합)	X	X
					생체재료 (바이오·의료융합)		
					생체재료 (바이오·의료융합)		
8	한양대학교 생명공학과	이민형	10091014	핵산생화학	생체재료 (바이오·의료융합)	X	X
					생체재료 (바이오·의료융합)		
					생체재료 (바이오·의료융합)		
9	한양대학교 생명공학과	이상경	10128660	세포면역	세포면역	X	X
					세포사멸(생명과학)		
					세포사멸(생명과학)		
10	한양대학교 생명공학과	임태연	10104227	분자생화학	환경생물학	X	X
					단백질생화학 (기초생명)		
					생체재료 (바이오·의료융합)		

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 현황

평가 대상 기간	구분	총 환산 참여교수 수 (단위: 명)		
		기존교수 수	신임교수 수	합계
2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.	전체	9	0.71	9.71
	이공계열	9	0.71	9.71
	인문사회계열	0	0	0

③ 교육연구단 구성의 적절성

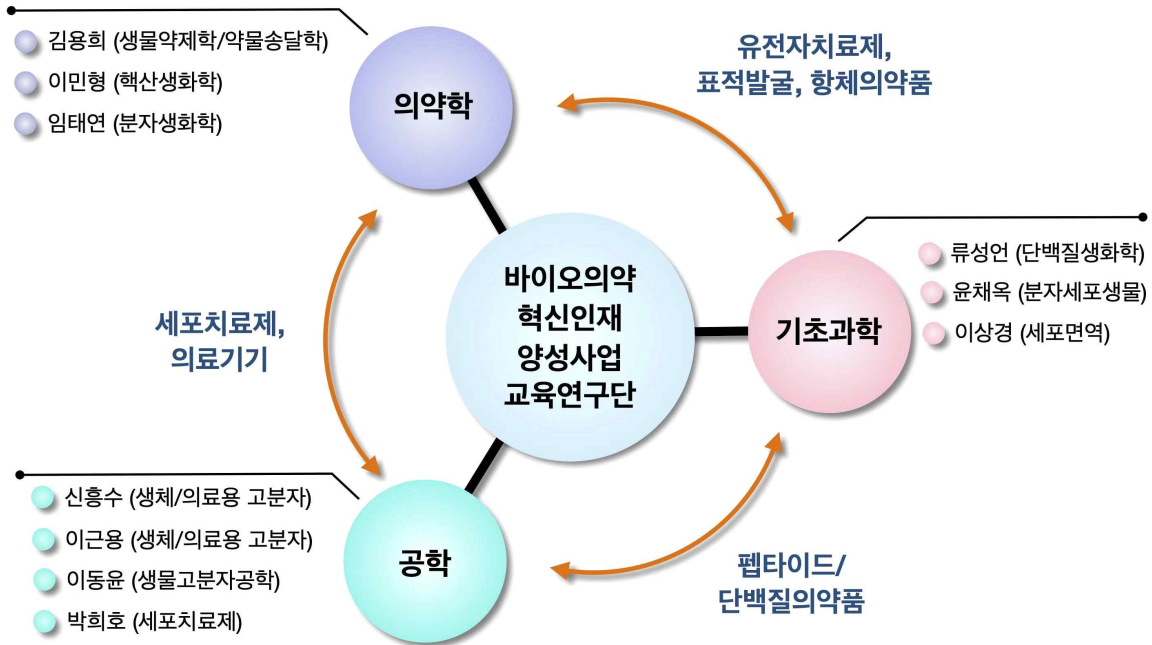
<표 1-4> 참여교수진의 해당 신산업분야 교육 실적 및 연구 분야

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속대학 및 소속학과	세부전공분야	신산업분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
<b>신산업 관련 연구분야와의 연계성</b>						
1	김용희	교수	10149121	한양대학교 생명공학과	생물약제학/ 약물송달학	약물전달학특론 (2021, 2023년 2학기)
	바이오향약을 포함한 다양한 약물전달의 개념, 원리, 분류, 제어, 관련 소재, 최신 개발 사례 등을 교육하여 바이오향약 개발 역량 제고(영어전용 강의)					
2	김용희	교수	10149121	한양대학교 생명공학과	생물약제학/ 약물송달학	바이오향약전달학 (2022년 2학기)
	바이오향약 전달시스템 중 유전자 및 단백질 기반 의약품 전달시스템 설계 및 임상 적용에 대한 교육을 실시하여 바이오향약 신산업 관련 연구개발 역량 제고(영어전용 강의)					
3	류성언	교수	10096572	한양대학교 생명공학과	단백질생화학	분석생화학 (2022년 1학기)
	단백질 질량분석, 핵자기공명분석 등 생명물질 분석법 교육을 통한 바이오향약품 분석기술 교육(IC-PBL+ 강의)					
4	류성언	교수	10096572	한양대학교 생명공학과	단백질생화학	단백질설계 (2023년 1학기)
	단백질 설계를 통한 바이오향약개발에 대한 이해와 기능적, 의학적 응용에 대한 지식을 제공하여 바이오향약품 개발 촉진(IC-PBL+ 강의)					
5	박희호	부교수	10920400	한양대학교 생명공학과	세포치료제	면역세포치료제 (2022년 1학기)
	혈액암 및 고형암의 특성 및 면역학적 연구방향 설정에 대한 교육으로 면역세포를 이용한 4세대 항암치료제 등 바이오향약 개발에 응용					
6	박희호	부교수	10920400	한양대학교 생명공학과	세포치료제	생명공학세미나2 (2021년 2학기)
	염증제어 세포치료제의 개발 조건과 치료제 효능 검증에 활용될 수 있는 세포 기반의 바이오팩토리 기술 개발에 필요한 기본 지식의 함양 및 바이오향약 산업문제 해결 역량 제고					
7	신흥수	교수	10127627	한양대학교 생명공학과	생체/의료용 고분자	세포생물공학 (2021년 1학기)
	세포치료제의 개발 조건과 치료제 효능 검증에 활용될 수 있는 마이크로칩 기반의 분석 기술 개발에 필요한 기본 지식의 함양 및 바이오향약 산업문제 해결 역량 제고					
8	신흥수	교수	10127627	한양대학교 생명공학과	생체/의료용 고분자	응용생화학설계 (2023년 1학기)
	바이오향약산업의 기초가 되는 유전자재조합기술, 유전자 전달, 유전자 발현 측정, 단백질 정제 기술 및 mRNA 기반 치료제 설계 능력을 함양(영어전용 강의)					
9	윤채욱	교수	10107113	한양대학교 생명공학과	분자세포생물	항암바이러스연구개발 실습(2021, 2023년 1학기)
	항암유전자치료제 개발을 위한 교육과 실습 수행. 관련 기업과 연계하여 치료제 정제, 생산, 임상시료 분석 등을 교육하여 혁신신약 연구와 상업화에 대한 융합적 사고력을 가진 혁신인재 양성(IC-PBL+ 강의)					
10	윤채욱	교수	10107113	한양대학교 생명공학과	분자세포생물	생명공학세미나1 (2022년 1학기)
	고형암의 특성 및 면역학적 연구방향 설정에 대한 교육으로 전달체를 이용한 차세대 유전자치료제 등 바이오향약 개발에 응용					
11	이근용	교수	10132247	한양대학교 생명공학과	생체/의료용 고분자	생체재료특론 (2022년 2학기)
	개량신약 및 재생의학 관련 환자 맞춤형 바이오향약 개발을 위한 생체재료 설계 및 최신 연구동향 교육(IC-PBL+ 강의)					

12	이근용	교수	10132247	한양대학교 생명공학과	생체/의료용 고분자	생체융합재료특론 (2023년 2학기)
	단백질, 다당류, 유전자 등의 생리활성물질을 화학적으로 결합시킨 혁신 바이오의약품 개발 관련 강의 (IC-PBL+ 강의)					
13	이동윤	교수	10180011	한양대학교 생명공학과	생물고분자 공학	세포치료제 (2021년 1학기)
	세포 조작을 통한 악성 세포 제거 및 줄기세포 수 증가, 면역 체계 제어에 의한 항바이러스 면역 강화가 가능한 세포치료제 기반의 혁신신약 개발에 대한 지식 함양(영어전용 강의)					
14	이동윤	교수	10180011	한양대학교 생명공학과	생물고분자 공학	세포이미징기술 (2022년 1학기)
	살아있는 세포를 영상화하기 위한 다양한 분석기술 교육 및 혁신 바이오의약 분야에 적용 가능한 생체 내 이미징 기술과 융합/활용할 수 있는 능력 함양(영어전용 강의)					
15	이민형	교수	10091014	한양대학교 생명공학과	핵산생화학	응용핵산생화학 (2020, 2022년 2학기)
	특정 질환에 대한 생화학적, 병태생리학적 특성 고찰 및 이에 근거하여 질병 치료용 핵산 및 단백질의약품 제조 및 전달에 대한 교육 실시. 질병 맞춤형 핵산 및 단백질의약품의 설계 및 검증 기법에 대한 교육 실시(IC-PBL+ 강의)					
16	이민형	교수	10091014	한양대학교 생명공학과	핵산생화학	생화학특론2 (2021, 2023년 2학기)
	뇌의 생화학적/생리학적 특성 고찰 및 뇌로의 약물전달 기술 교육. 기존 기술의 장점과 한계를 연구하고, 이에 근거하여 바이오의약품을 뇌로 전달하는 신규 전달체를 설계하는 연구 진행(IC-PBL+ 강의)					
17	이상경	교수	10128660	한양대학교 생명공학과	세포면역	면역학특론 (2021, 2023년 2학기)
	면역질환의 병인병리 및 면역학적 연구방향 설정에 대한 교육을 통해 면역치료의 효율성 향상을 위한 연구개발 능력 배양으로 바이오 혁신인재 양성(영어전용 강의)					
18	이상경	교수	10128660	한양대학교 생명공학과	세포면역	면역학적분석학 (2022년 2학기)
	면역학적 분석법 교육을 통해 바이오의약품의 거동 및 치료 효과를 확인하기 위한 분석법 개발 역량을 향상으로 바이오 혁신인재 양성(영어전용 강의)					
19	임태연	교수	10104227	한양대학교 생명공학과	분자생화학	생명공학실험학 (2021,2022,2023년 2학기)
	생명공학실험의 기본 원리를 교육하고 이를 기반으로 실제 바이오의약 신산업분야의 문제를 해결하며 생명공학자로서 독립적인 연구수행할 수 있는 능력 함양(IC-PBL+ 강의)					
20	임태연	교수	10104227	한양대학교 생명공학과	분자생화학	바이오창업의이해 (2021, 2023년 2학기)
	바이오창업에 필요한 시장 조사, 아이템 도출, 특허 관리 및 비임상/임상 시험에 필요한 실무적인 내용 교육 및 이를 기반으로 학생들의 연구주제를 실제 사업화하는 과정을 상정하여 모의 창업함(IC-PBL+ 강의)					

○ 교육연구단 인적구성

- 본 교육연구단은 한양대학교 공과대학 생명공학과 소속 교수 전원으로 구성되어 있음(10명).
- 기초과학, 의약학, 공학분야 전공의 교수들로 구성되어 있고, 활발한 융복합연구 수행 및 바이오 의약 분야의 혁신인재를 양성하는 교육과정을 개발하여 수행하고 있음.
- 참여교수 중 8명은 바이오의약 스타트업 기업을 창업한 경험이 있고, 융복합 연구 산업화의 최첨단에서 역할을 충실히 해내고 있음.



○ 교육연구단 교육목표

- 본 교육연구단의 연구목표는 한양대학교 생명공학과 교육목표와 부합함.



- 생명공학과 교육목표
  - 생명공학과는 생명현상의 이해와 공학적 기술의 융합을 통하여, 인류의 건강과 환경에 관련된 새로운 기술과 소재를 개발하는 첨단융합학문을 추구함.
  - 인간의 생로병사와 관련된 바이오기술(BT), 첨단바이오소재 개발하는 나노기술(NT), 생명정보의 종합적 이해를 위한 정보기술(IT)을 융합하여 이를 실용화하는 학문을 중점으로 교육함.
  - 4대 세부교육목표: 1) 창의적, 전문적인 생명공학 기술인 양성, 2) 다양한 생명공학 분야에 적응

력 있는 인재양성, 3) 글로벌 인재양성, 4) 책임의식과 협동심을 갖춘 인재양성

• **교육연구단의 교육목표**

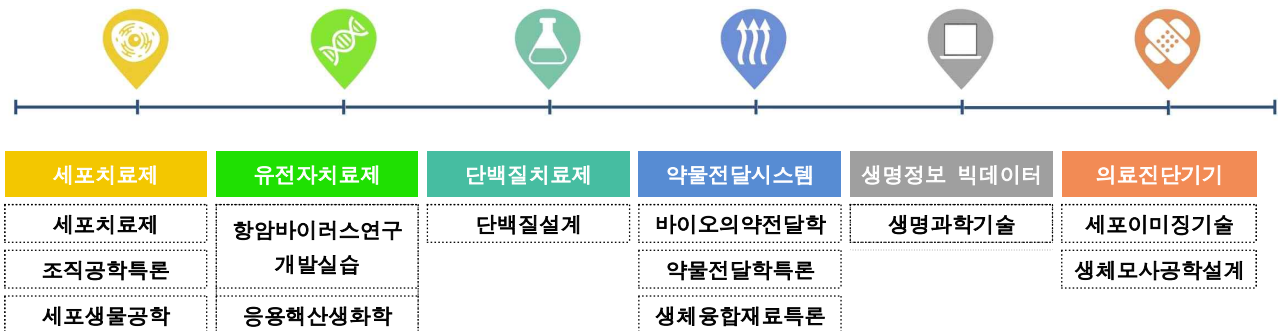
- 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성
- 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장 선도 바이오의약 산업 분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성
- 3대 세부교육방향: 1) 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성, 2) 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성, 3) 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출

○ **교육연구단 목표와의 적합성**

- 본 연구단은 바이오의약 신산업분야의 문제 해결 능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재의 양성을 목표로, 기존 교육 과정의 장점은 살리고 부족한 점을 보완하여, 지속 가능한 교육 및 연구 혁신 플랫폼을 창출하여 수요자 중심의 교육과정 개선 전략을 수립하여 이행하기에 적합한 구성을 갖추고 있음.
- 구체적인 세부목표인 1) 바이오의약 우수연구전문인력 양성, 2) 학문간 융합교육 강화, 3) 산업체 연계 교육강화, 4) 바이오창업 교육 강화를 통한 교육 심화 과정을 이행하기에 적합함.

바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성				
교육 목표	바이오의약 우수연구전문인력 양성	학문간 융합교육 강화	산업체 연계 교육 강화	바이오창업 교육 강화
		전공심화 교육을 통한 세계적 우수 연구집단 육성	학문간 융합을 통한 혁신 바이오신산업 창출을 위한 인재 양성	바이오의약 산업계에서 요구되는 실무능력의 연구개발 인재 양성

- 본 연구단은 바이오의약 신산업 분야에 대응하는 교과과정을 구성하여 다양한 바이오의약 산업에 대한 교육의 충실성을 확보함.
- 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 전문지식을 제공.
- 바이오의약 신산업분야의 문제 해결 능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재의 양성을 목표로, 기존 교육 과정의 장점은 살리고 부족한 점을 보완하여, 지속 가능한 교육 및 연구 혁신 플랫폼을 창출하여 수요자 중심의 교육과정 개선 전략을 수립하여 이행하기에 적합한 구성을 갖추고 있음.



#### ④ 전임교수(신임교수) 총원 실적

##### ○ 인공지능/빅데이터 활용 바이오의약품 개발 전공 전임교수 총원(박희호 교수)

- 인공지능/빅데이터 활용기술과 바이오기술의 융합연구를 수행하기 위한 전임교수(신임교수) 확보.
- 바이오의약 혁신인재 양성을 위하여 교육연구단 전체 사업수행 기간 동안 2명의 전임교수(인공지능/빅데이터 활용 바이오의약품 개발 분야 및 융합바이오분야 - 바이오센서 혹은 합성생물학)를 총원하고자 계획하였음.
- 2021년 인공지능/빅데이터 활용 바이오의약품 개발 분야의 전임교수 1명을 우선 총원하였음(세부 분야: 인공지능/빅데이터 활용 면역세포 기반 면역세포치료제 및 단백질/항체 나노치료제 기반 바이오의약품 개발 분야).
- 본 교육연구단이 지향하는 융복합 교육·연구의 원활한 수행을 위한 전임교수를 총원하였고, 인공지능/빅데이터 활용 기반 1) 표적 리간드 기반 유전자치료제 활용기술, 2) 차세대 세포치료제 개발 위해 새로운 activating/costimulatory 도메인 발굴, 3) 단백질/항체 활용 나노치료제 개발 등 바이오의약품 분야의 융합연구를 수행하고 있음(관련 분야 교신저자 논문 3편 발표).
- 다 학문간 융합 교과목을 개설하고 차세대 바이오융합산업을 선도할 혁신인재 양성에 기여하고 있음(면역세포치료제특론).

##### ○ 전임교수 총원의 적절성

- 생명체계는 복잡하고 창발성이 있어서 구성물을 모두 이해한다 해도 전체의 시스템을 파악하는 것과는 차이가 생길 수 있음. 따라서, 정확한 생명체의 이해를 위해서는 구성요소 전반에 대한 데이터는 물론 실제 나타나는 현상과 관련 요소간의 관계 분석 등의 작업이 필요하였고, 이러한 과정에 머신러닝 등 인공지능 관련 기술과 경험을 가진 연구자를 총원함.
- 제약바이오산업에서는 신약 연구개발 비용을 절감하고 임상시험에서 실패율을 낮추면서도 획기적인 치료 약물을 개발하기 위해 인공지능/빅데이터 활용에 대해 높은 관심을 보이고 있음. 컴퓨터/IT 기술과 체내 유전자치료 기술의 급속한 발전으로 컴퓨터 모델링, 빅 데이터, 인공지능 기법을 면역세포치료에 도입하는 것은 정밀 의학 및 환자 맞춤형 의약품개발의 기반이 될 수 있음.
- 면역세포치료 관련 산업체 수가 증가하고 있고, 인공지능/빅데이터 활용 off-the-shelf, in vivo programming(체내 프로그래밍), 표적 리간드 치료제의 대량생산, 생물학 및 의학 분야의 방대한 빅데이터를 분석하고 이용하여 산물로 연결하는 부분이 병목이 되고 있음.
- 바이오의약 혁신인재 양성을 위해 시기적으로 매우 적절하고 필요한 분야라고 생각하였고, 타 대학교 생명공학과와는 차별되는 중요한 융합전공분야로 발전 및 확대하는 것이 필요하였음.
- 인공지능/빅데이터 활용 면역세포치료제/나노치료제 활용 기술과 신약 및 바이오의약품에 대한 포괄적인 지식을 가지고 있는 전임교수의 총원은 차세대 바이오융합 산업 인재를 양성하기 위한 공학교육 강화에 선도적 역할이 될 것으로 기대됨.
- 인공지능/빅데이터 활용 면역세포치료제 및 나노치료제를 이용한 백신 개발에 응용 가능하고, 향후 차세대 바이오의약 분야의 리더 및 인재 양성을 통해 포스트코로나 시대를 선도하는 신산업 발전에 기여하고 있음.
- 본 교육연구단이 지향하는 다 학제간 융합 연구 및 교육을 통하여, 차세대 바이오의약 신산업을 선도할 혁신인재 양성에 기여하고 있음.

⑤ 참여대학원생 현황

<표 1-5> 교육연구단 평균 참여대학원생 현황

구분	참여대학원생 수 (단위: 명)			
	석사	박사	석·박사통합	계
7개 학기의 평균	41.29	2.57	21.43	65.29

<표 1-6> 교육연구단 외국인 참여대학원생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1		프랑스	Paul Sabatier University	TOPIK(5급)	TOEIC(930점)	
2		중국	Qigihar University Biotechnology	TOPIK(6급)		
3		중국	Northeast Agricultural University Applied Biological Science			
4		베트남	Da Nang University of Medical Technology and Pharm Pharmacy			
5		중국	성균관대학교 융합생명공학과	TOPIK(6급)		
6		인도네시아	Institut Teknologi Bandung (ITB)	TOPIK(6급)	TEPS(474점)	
7		중국	Huazhong University of Science and Technology Biopharmaceuticals		TOEFL(96점)	

4단계 BK21사업

## II. 교육역량 영역

## II. 교육역량 영역

### 1. 교육과정 구성 및 운영 실적

#### 1.1 교육과정 구성 및 운영 실적

##### 교육과정 개편의 목표

- 본 연구단은 바이오의약 산업분야의 문제 해결 능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신 인재의 양성을 목표로, 기존 교육 과정의 장점은 살리고 부족한 점을 보완하여, 지속 가능한 교육 및 연구 혁신 플랫폼을 창출하여 수요자 중심의 교육과정 개선 전략을 수립하여 이행함.
- 이를 위한 구체적인 세부목표로 1) 바이오의약 우수연구전문인력 양성, 2) 학문간 융합교육 강화, 3) 산업체 연계 교육강화, 4) 바이오창업 교육 강화를 통한 교육 심화 과정을 이행함.

목표	바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성			
	바이오의약 우수연구전문인력 양성	학문간 융합교육 강화	산업체 연계 교육 강화	바이오창업 교육 강화
	전공심화 교육을 통한 세계적 우수 연구집단 육성	학문간 융합을 통한 혁신 바이오신산업 창출을 위한 인재 양성	바이오의약 산업계에서 요구되는 실무능력의 연구개발 인재 양성	바이오경제 창출을 위한 기술창업 및 사업화 전문가 양성

전략 방향	바이오의약 우수연구전문인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구심화 교육 및 특화된 교과과정 정비</li> <li>• 국제화된 연구교육환경 확립</li> </ul>
	융합교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공간의 융합을 위한 융복합 교육과정 개발</li> </ul>
	산업체 연계 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업계가 참여하는 교육과정 개발</li> <li>• 산업체 연계 교과목 개설</li> </ul>
	바이오창업 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오의약분야의 창업 교육 실시</li> <li>• 지적재산권 교육 실시</li> </ul>

##### 교육연구단과 대학본부의 협력을 통한 실천적 방안 수립

세부 실천 방법	교과과정개편		비교과과정개편	
	바이오의약 우수연구전문인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙의 정립</li> <li>• 바이오의약분야 대응 교과목 운영</li> <li>• 국제화 영어전용 교과목 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학사관리의 강화</li> <li>• 학생 연구주제 선택권 강화</li> <li>• 국제화 연구환경 확립</li> </ul>	
	융합교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공융합교과목 개설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타전공 교과목 수강 시 전공과목으로 인정</li> </ul>	
	산업체 연계 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확충</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업연계교육자문위원회 운영</li> <li>• 산업체 인턴 실시</li> </ul>	
	바이오창업 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창업 및 특허관련 교과목 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생특허 출원 및 기술이전 촉진</li> </ul>	

**교육과정 개편을 위한 진단 및 실천 전략**

- 바이오의약분야의 선도적 교육프로그램을 운영하고 있는 싱가포르 난양공대의 화학생명공학프로그램 (2019 QS세계대학평가 세계12위)과 미국 유타대학교의 약학대학 (2019, QS세계대학평가 세계 45위)를 벤치마킹하여 한양대학교 생명공학과와 의 현재 수준과 교과과정 개선을 위한 방향 설정.

	난양공대 화학생명공학	유타대학교 약학대학	한양대학교 생명공학과	진단	
교과과정	필수이수 교과목	Transferable skills program	Proposal writing and presentation I,II	석사논문연구, 박사논문연구 1,2, 생명공학실험학	장점: 생명공학실험학 필수운영으로 실험기술교육 실시
	실험교육 및 세미나	Graduate Seminar Course	Department Seminar	세미나 1,2, 생명공학실험학	
	전공교과목 트랙	주제나 목표에 따른 특화된 전공트랙 제공	없음	없음	단점: 전공트랙 미제공
	영어강의	Graduate English 교과목 운영	기본	영어강의 교과목 30% 이상	
학사관리	논문자격 종합시험	시행	시행	시행	단점: Lab rotation 미시행, Teaching assistant 의무 아님
	Lab rotation	미시행	시행	미시행	
	조교제도	Teaching assistant 의무 (박사과정)	Teaching assistant 의무 (박사과정)	의무사항 아님	
	세미나 발표 의무	없음	세미나 3회이상 의무 (박사과정)	세미나 1회 이상 의무 (박사과정)	장점: 학생 세미나 운영
산업체 연계	산업체 연계과목	없음	없음	IC-PBL+ 과목 운영	장점: 산업체와 연계된 교과목 운영
융복합 교육	융합교육	없음	없음	다른 학과 연관과목을 전공수강으로 인정	장점: 타 전공 과목의 전공수강인정

**벤치마킹 결과에 따른 개선 방향**

단점의 개선	특화된 교과목 트랙 제공	• 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 교육트랙 제공
	Lab rotation 실시	• 신입생의 Lab rotation 제도 실시
	TA 제도 활용	• 박사과정 대학원생의 Teaching assistant 제도 확대
장점의 강화	타전공 과목의 전공 인정	• 타학과의 관련교과목을 전공과목으로 인정
	IC-PBL+ 교과목 확대	• IC-PBL+ 교과목 확대
	영어강의 확대	• 영어강의 교과목의 30% 확대

벤치마킹 결과를 반영한 교육과정 개편 세부실천방법 (\*벤치마킹 반영내용: 파란색 글씨)

	교과과정개편	비교과과정개편
바이오의약 우수연구전문인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙의 정립</li> <li>• 바이오의약 분야 대응 교과목 운영</li> <li>• 영어전용 교과목 30% 이상 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구주제 선택권 강화, TA 제도 활성화</li> <li>• 학사관리 강화</li> <li>• 국제화 연구환경 확립</li> </ul>
융합교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공융합교과목 개설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타전공 관련교과목을 전공과목으로 인정</li> </ul>
산업체 연계 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업연계교육자문위원회 운영</li> <li>• 산업체 인턴 실시</li> </ul>
바이오창업 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창업 및 특허관련 교과목 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생특허 출원 및 기술이전 촉진</li> </ul>

교육과정 개편 계획 및 달성 총괄 대비표

	계획	실천사항
바이오의약 우수연구 전문인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙의 정립</li> <li>• 바이오의약 분야 대응 교과목 운영</li> <li>• 영어전용 교과목 30% 이상 확대</li> <li>• 연구주제 선택권 강화, TA제도 활성화</li> <li>• 학사관리의 강화</li> <li>• 국제화 연구환경 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신규개설 8과목 포함하여 특화된 트랙 확립</li> <li>• 2개 과목 신규개설 포함하여 바이오의약 신산업 6대 분야 대응 교과목 체계 완성</li> <li>• 영어전용 과목 33% 달성 (세미나 제외)</li> <li>• Lab rotation 제도 활성화</li> <li>• TA 참여 활성화</li> <li>• 이수학점, 학회/논문발표, 어학성적, 논문심사 등 기준 정립 및 관리 철저</li> <li>• 국제심포지엄, 해외 과학자 강연 실시</li> <li>• 해외공동연구 및 장기 연수 실시</li> </ul>
융합교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공융합교과목 개설</li> <li>• 타전공 관련교과목을 전공과목으로 인정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2과목 전공융합과목 신규 개설 포함, 총 4과목 융합과목 운영</li> <li>• 타 전공 교과목 이수 장려 및, 참여 학생 수 대폭 증가</li> </ul>
산업체 연계 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확대</li> <li>• 산업연계교육자문위원회 운영</li> <li>• 산업체 인턴 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추가된 7개의 IC-PBL+ 과목을 포함하여 총 9개 IC-PBL+ 교과목 운영</li> <li>• 산업계 전문가로 구성된 산업연계 교육자문위원회 구성 및 연 1회 회의와 자문</li> <li>• 산업체 인턴 참여 학생 수 및 참여 회사의 대폭 증가</li> </ul>
바이오창업 교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창업 및 특허관련 교과목 운영</li> <li>• 학생특허 출원 및 기술이전 촉진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오창업의 이해 교과목 운영</li> <li>• 학생참여 특허출원 장려 및 특허 수 증가</li> </ul>

1) 교과과정 개편

특화된 교육 트랙의 정립

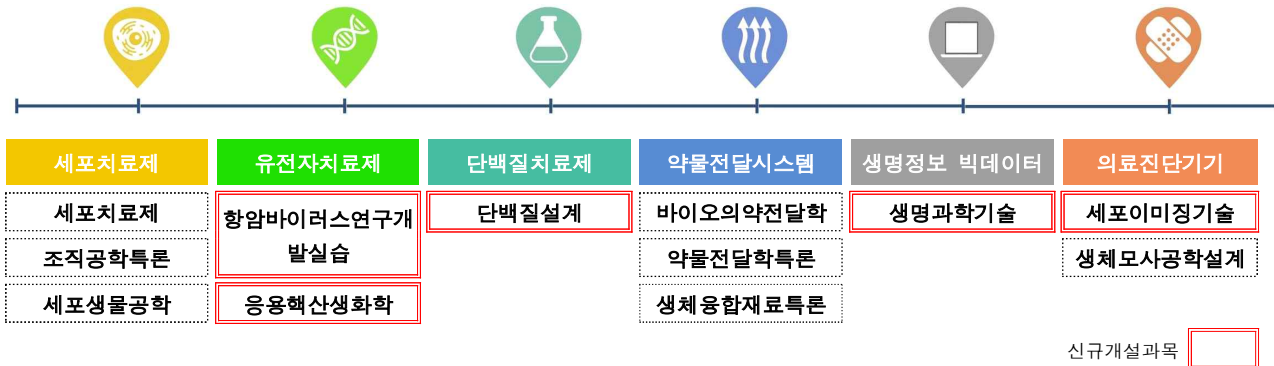
- 생명공학과 대학원 졸업생들의 진로는 박사과정, 박사후 과정 등의 진학, 전공 관련 취업, 유사 전공 관련 취업으로 분류됨. 이를 바탕으로 다양한 진로에 따라 필요한 역량을 강화하는 교과목 체계를 구축함.
- 전공심화, 전공융합, 산업계 연계 교육 트랙을 확립함으로써, 진로에 따른 역량을 강화하는 교과목 체계를 완성함. 교과목 트랙화를 위하여 8개 과목을 신규개설하였음.
- 학생주도 창의연구 과목을 운영하여, 연구주제 설정, 연구계획 수립 및 수행 등 학생의 연구능력을 배양 기회를 제공.
- 학생의 연구주제에 따른 전공과목 선정 및 수강계획 지도, 대학원 졸업 후 진로 결정에 따른 교과목의 선정을 지도함.

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성

전공심화교육	전공융합교육	산업계 연계 교육 (IC-PBL+)	학생주도 창의연구
세포치료제	당뇨학특론2	생화학특론2	생체모사공학설계
면역학적분석학	바이오의약전달학	바이오창업의 이해	응용생화학설계
면역학 특론	세포생물공학	생명공학실험학	
약물전달학특론	면역세포치료제특론	생체재료특론	
생화학특론1	세포이미징기술	생체융합재료특론	
석사논문연구	생명과학기술	응용핵산생화학	
박사논문연구 1,2		항바이러스연구개발실습	
생명공학세미나 1,2		분석생화학	IC-PBL+로 개편: <input type="text"/>
		단백질설계	신규개설과목: <input type="text"/>

○ 바이오의약 분야 대응 교과목 개설 운영

- 바이오의약 신산업 분야에 대응하는 교과목을 구성함으로써, 졸업 후 접할 수 있는 다양한 바이오의약 산업에 대한 교육의 충실성을 확보함.
- 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 전문지식을 제공.



○ 영어전용 교과목 30% 이상 확대

- 영어전용 과목은 전체 교과목 중, 평균 33%의 비율을 유지하고 있어 목표를 달성하였음 (초청 외 부강연자에 의해 진행되는 세미나과목 제외).
- 기업체와 연계되어 진행되는 IC-PBL+를 제외한 일반강의에서는 57%의 강의가 영어전용으로 진행되어 목표를 초과달성 하였음.

	20년 2학기	21년 1학기	21년 2학기	22년 1학기	22년 2학기	23년 1학기	23년 2학기	합계
전체 강의수	6	4	6	3	6	5	6	36
영어강의수	2	1	2	1	2	2	2	12
영어강의 비율	33%	25%	33%	33%	33%	40%	33%	33%
IC-PBL+ 제외 강의수	5	3	3	2	3	3	2	21
IC-PBL+ 제외 영어강의 비율	40%	33%	66%	50%	60%	66%	100%	57%

2) 비교과과정 개편

○ Lab rotation 제도 활성화

- Lab rotation은 대학원 박사과정/석박사통합과정에 입학하는 신입생들에게 다양한 연구를 경험하도록 함으로써, 연구주제를 선택할 기회를 제공하고, 지망 연구실이 확정되었을 경우에도 필요한 연구기술을 다른 연구실에서 습득할 수 있는 기회를 제공함.
- 2022년 8명을 시작으로, 2023년에는 총 12명의 학생들이 lab rotation에 참여함으로써, 제도가 활성화되었음 (2023년도 박사/석박사통합과정 신입생 중 50% 참여).

Lab rotation 참여 학생 및 연구실			
연도	학기	참여학생	참여연구실
2022	1학기		면역치료연구실, 응용유전생화학연구실, 시스템생물학연구실
2022	2학기		응용유전생화학연구실, 시스템생물학연구실, 면역치료연구실, 유전자치료연구실
2023	1학기		시스템생물학연구실, 면역치료연구실, 단백질연구실, 바이오의약연구실, 나노생체재료연구실, 기능성 생체재료 및 조직공학연구실, 바이오노나공학융합연구실
2023	2학기		바이오의약연구실, 단백질연구실, 세포 및 나노치료제 공학연구실, 나노생체재료연구실

○ TA 제도 활성화

- 대학 본부에서 교비 TA 장학금(교육전담조교 장학금)과 BK 혁신지원비 지원 교비 TA 장학금을 지원받아 제도를 활성화하였음. 박사과정생은 재학 기간 중 1회 이상 TA로 활동하여, 지도교수의 교과목 강의 수행에 참여하고 교육활동에 기여하였음.

	20년 2학기	21년 1학기	21년 2학기	22년 1학기	22년 2학기	23년 1학기	23년 2학기	합계
TA 장학금 (공과대학 배정교비)	2	4	8	4	6	4	5	33
TA 장학금 (BK 혁신지원비 교비)	4	4	4	3	2	1	0	18
연도별 교육전담조교 합계	6	8	12	7	8	5	5	51

○ **논문의 질적 수준 향상을 위한 엄격한 학사 관리**

- 학위취득을 위해서는 학위별 최소 이수학점 (석사 27학점, 박사 38학점, 석박사 통합 59학점) 이상의 학점을 확보해야함.
- 논문제출을 위해서는 모든 학생은 종합시험에 합격해야 함. 석사는 3과목 이상에서, 박사학위는 4과목 이상에서 합격하여야만 학위논문제출 자격이 있음.
- 모든 학생은 학교에서 권장하는 외국어 시험에 합격하거나, 일정 수준 이상의 공인영어성적표를 제출해야만 논문제출 자격이 있음.
- 연구의 질적 수준을 유지하기 위하여, 석사과정생들은 학위 논문 심사 전에 논문 주제를 관련 공식 학회에서 포스터 이상의 수준으로 1회 이상 발표를 의무화함. 또한, 박사과정생들은 학위 논문 심사 전에, Journal Citation Report의 Q1 저널에 주저자로 논문을 발표해야 함.
- 모든 학생은 논문심사를 통과하여야만 학위 수여가 가능하며, 석사학위는 3회 이상, 박사학위는 5회의 논문심사 과정을 반드시 통과하여야 함.

**학위취득을 위한 엄격한 학사 관리**

	석사과정	박사과정 (석박사통합과정)
이수학점	• 27학점	• 박사: 38학점 (석박사통합: 59학점)
종합시험	• 3과목 이상 합격 필요	• 4과목 이상 합격 필요
외국어시험	• 외국어 시험 합격(공인영어성적 대체 가능)	• 외국어 시험 합격(공인영어성적 대체 가능)
논문심사	• 3회 이상	• 5회 이상
학회/논문발표	• 공식학회 포스터 이상 수준 1회 이상 발표	• Q1 저널에 주저자 논문 발표

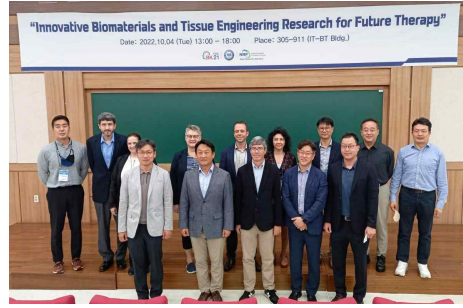
○ **국제화 연구환경 확립**

□ **국제심포지엄 개최**

- 교육연구단은 최신 바이오의약 연구에 대한 국제심포지엄과 워크숍을 개최하고, 해외 연구자들을 초청하여 최신 연구동향에 대한 강연을 제공함으로써, 대학원생들이 연구의 국제적 연구수준을 경험하게 하고, 글로벌 연구를 통한 국제협력의 감각 향상 및 연구의욕을 고취함.
- 교육연구단 지원 하에 2회의 국제심포지엄을 개최하였음.

**국제심포지엄의 개최**

개최일	심포지엄 제목	참여 해외 과학자	참여대학	주요 주제
2022.07.12	Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics	Chi Hwan Lee Hugh Lee Young Kim	Purdue University, Hanyang University	임상 적용을 위한 의생명공학, 이식용 의학장치, 실크단백질의 생체재료로의 응용
2022.10.04	Innovative Biomaterials and Tissue Engineering Research for Future Therapy	Caterhine Le Visage Serena Danti Stephanie K. Seidits Kristopher Kilan Eben Alsborg Rui L Reis	INSERM, University of Pia, University of Texas at Austin, University of New South Wales, University of Illinois Chicago University of Minho	재생의학을 위한 생체재료, 조직 및 세포 공학을 위한 스캐폴드 및 3D 프린팅의 응용



[Purdue-Hanyang Joint Symposium (좌), Innovative Biomaterials and Tissue Engineering Research for Future Therapy (우)]

□ 해외 저명 과학자 초청강연

- 교육연구단은 국제화 역량 증진 및 분야별 최신 연구 지식 제공, 영어 소통 능력 향상을 위하여, 국제 저명 과학자들을 한양대학교에 초청하여 강연을 실시하였음.
- 국제 저명 과학자들의 강연은 COVID-19 감염증의 여파로 사업 초기에는 그 빈도가 낮았으나, 2022년 이후에 급격히 증가하였음.

초청강연			
개최일	초청 강연자	강연자 소속	강연제목
2022.02.17	Michiya Matsusaki	Osaka University	3D-Bioprinting for construction of structured wagyu beef-like meat
2022.02.17	Fiona Rouis	Osaka University	Collagen microfibers based vascularized adipose models integrating human mature white adipocytes for drug-screening applications and soft tissue regeneration
2022.03.24	Su Ryon Shin	Harvard University	Engineering nano-biomaterials for tissue fabrication and regenerative medicine
2022.07.05	Jongkyu (Jay) Kim	University of Utah	A microengineered cornea chip for ocular drug evaluation and mechanobiological investigation
2022.08.04	Christian Brendel	Harvard University	Novel genetic therapies for sickle cell disease
2022.08.18	Uiyoung Han	Stanford University	Functional biomaterials based on self-assembled polymer film
2022.10.11	Oju Jeon	University of Illinois Chicago	Biofabrication of engineered tissues by 3D bioprinting of tissue specific, high cell density bioinks
2023.04.20	Tarini Shankar Ghosh	Indraprastha Institute of Information Technology	Data-driven informatics exploring the association of the gut microbiome with chronological and biological aging
2023.04.28	Ajaikumar B. Kunnumakkara	Indian Institute of Technology Guwahati	Turmeric in the treatment of simple oral cavities to complex oral disorders
2023.05.18	Jürgen Groll	University of Würzburg	ECM inspired structural motifs as design criterium for topographic immunomodulation
2023.05.22	Noam Nisan	The Hebrew University of Jerusalem	Matching for the Israeli pre-army-service gap year : diversity in matching markets
2023.05.22	Joseph Kost	Ben-Gurion	Systems and strategies for targeted therapies

		University	
2023.05.26	Gurcharan Kaur	Guru Nanak Dev University	Unmasking therapeutic potential of a key neuroplasticity marker, PSA-NCAM: Our lab' s journey
2023.06.13	Michael Cho	University of Texas	Non-biologic approaches for tissue repair: application of computer vision machine learning pipeline
2023.08.25	Pratap Kumar Pati	Guru Nanak Dev University	Biotechnology in the pursuit of a healthy society and boosting the global bioeconomy

□ 국제공동연구

- 교육연구단의 연구실들은 해외 연구소 및 대학의 연구실들과 공동연구를 수행하고 협력함으로써, 연구의 국제적 수준을 높이고, 연구의 완성도를 높이고 있음.
- 대학원생들은 국제공동연구를 수행하는 주요 연구인력으로 참여함으로써, 해외 연구인력과 의사소통하며 협력의 역량을 키워나감. 또한, 바이오의약 분야에 대한 세계적 안목 및 추세에 대한 학습의 기회를 제공.

국제공동연구기관	
국가	협력기관 (협력연구자)
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stanford University Medical School (한의영)</li> <li>• Mesoblast (Nick Loizos)</li> <li>• Purdue University (Marxa L Figueiredo)</li> <li>• New York University (Devinsky Orrin)</li> <li>• MultiVir Inc (Robert E. Sobol)</li> <li>• University of Pennsylvania (허동은)</li> <li>• MIT (Giovanni Traverso)</li> <li>• Harvard University Medical School (김형식)</li> <li>• Harvard University (Suryon Shin)</li> <li>• Yale University (Irfan Ullah)</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Xiamen University (Huayu Tian)</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• University of Saarland, KIST-EU (전인동)</li> </ul>
벨기에	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ghent University (Sandra Van Vlierberghe)</li> </ul>
이스라엘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NanoGhost (Maxim Mogilevsky)</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Renu Wadhwa)</li> </ul>

□ 국제 온라인 토론 프로그램 운영

- 교육연구단은 일본 AIST와 DAILAB CAFE 프로그램을 통하여 미국, 인도, 일본 등 다양한 국가의 연구기관과 주기적 온라인 미팅을 진행함.
- 각 연구팀의 연구주제를 공유하고, 이에 대한 과학적 견해를 토론하는 과정을 통해 대학원생의 연구에 대한 동기를 부여하고 연구역량을 증진시킬 뿐 아니라, 연구의 세계화에 대한 시각을 함양함.
- DAILAB CAFE는 중견과학자와 신진과학자간의 멘토-멘티 프로그램을 제공.

□ 국제 장기연수

- 국제공동연구를 통하여, 대학원생들의 장기연수의 기회를 제공하였음. 참여 대학원생들은 상대국에서 2주이상의 장기 체류를 통하여, 공동연구 주제에 대한 심도있는 연구에 최신기술 습득의 기회를 가짐.

참여 학생	연수기관	지도교수		연수국	연구기간	연수내용
		한양대학교	연수기관			
	Harvard Medical School	박희호	Christian Brendel	미국	20240116-20240205	나노의학, 유전자, 세포치료제 전임상 및 인공지능 활용 등
	Ghent University	신흥수	Sandra Van Vlierberghe	벨기에	20240125-20240211	3D 스페로이드의 재생의학 응용

### 3) 융합교육 강화

#### ○ 전공융합교과목 개설

- 두 전공과목을 융합한 융합교과목 개설하여, 융합적 사고 및 접근을 통하여 주어진 문제를 해결하는 시각을 제공하였음.
- 한양대학교 창업지원단과 공동 운영 교과목을 운영하여, 연구개발의 사업화에 대한 관점으로 바이오의약 연구에 대한 시각을 제공하였음.

전공융합교과목	
교과목명	융합분야
기존 • 세포생물공학	• 조직공학을 위한 세포생물학과 재료공학의 융합과목
신규 • 세포이미징기술	• 세포생물학과 영상기술공학과와의 융합과목
신규 • 단백질설계	• 단백질구조분석생화학과의 융합과목

타기관과의 공동강의	
교과목명	융합분야
기존 • 바이오창업의 이해	• 기술사업화와 바이오의약개발의 융합과목

#### ○ 타 전공과목 이수 장려

- 교육연구사업단은 전공융합의 강화의 목적으로 융합과목 개설 외에도, 대학원생들이 다른 학과의 전공과목을 이수하였을 때, 전공과목으로 인정하는 제도를 시행함.
- 학생들은 유기나노공학과, 화학공학과, 생명과학과, 과학기술정책학과, 식품영양학과, 자원환경공학과, HY-KIST 바이오융합학과, 국제학부 등의 전공과목을 수강하였음. 이 전공과목들은 주로 세미나 등의 과목으로 해당 전공의 최신 연구결과를 강연하는 과목들을 다수 포함하여, 실질적으로 생명공학 기술의 새로운 응용 또는 다른 전공 기술의 생명공학으로의 응용 등의 가능성을 높임.

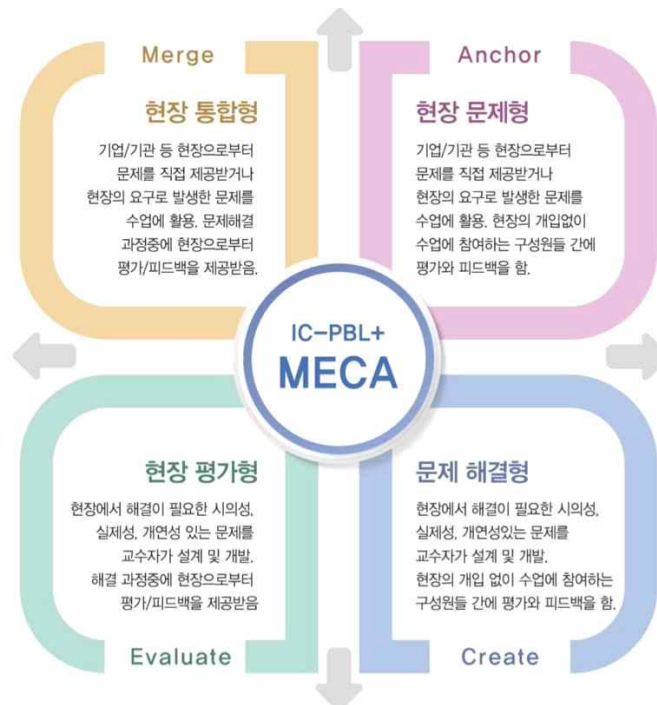
타학과 전공과목 이수 현황			
학기	인원	타과전공과목	관장학과
2020년 2학기	5	생명과학세미나2, 심화생명과학세미나2, 반도체소자	생명과학과, 생명과학과 융합전자공학과
2021년 1학기	11	생명과학세미나3, 플라스틱소재개발특론, 영상처리, Hyper 한양	생명과학과, 화학공학과, 융합전자공학과, 자원환경공학과
2022년 1학기	10	유기나노공학SEMINAR1, 심화생명과학세미나1,	유기나노공학과, 생명과학과,

		영어 논문 및 저널 작성법 이론	생명과학과
2022년 2학기	4	생명과학연구세미나2, 심화생명과학세미나2, 화공세미나3	생명과학과, 생명과학과, 화학공학과
2023년 1학기	16	심화생명과학세미나3, 기계공학세미나3, 신기술분야거대과학기술정책세미나2, 영양과 세포신호, 유기나노공학SEMINAR1	생명과학과, 기계공학과, 과학기술정책학과, 식품영양학과, 유기나노공학과
2023년 2학기	19	영어논문및저널작성법, 기계공학세미나4, 신과학기술정책세미나1, 세계기후변화전망 및 탄소중립달성 전략, 바이오융합심화세미나2, Hyper 한양, 진화생명과학세미나, 생명과학연구세미나4	대학원교학팀, 기계공학과, 과학기술정책학과, 국제학부, HY-KIST 바이오융합과, 자원환경공학과, 생명과학과, 생명과학과

#### 4) 산업체 연계 교육 강화

##### ○ IC-PBL+ 교과목의 확대

- 한양대학교에서는 2019년 2학기부터 대학원에서 산업체의 실제 문제를 수업을 통해서 해결하는 교육과정인 IC-PBL+ 교과목을 개발하여 운영 중임. IC-PBL+는 교수자가 기존의 이론중심의 교육에서 벗어나 교육내용과 교육방법을 개편하여 산업계 실제문제의 교육뿐 아니라 산업계가 교육에 직접 참여하는 문제해결 중심의 교육을 실시함.
- IC-PBL+의 세부 수업유형은 문제설계 단계의 현장개입 여부, 문제해결 단계의 현장개입여부에 따라 현장통합형 (M), 현장문제형 (A), 현장평가형 (E), 문제해결형 (C) 으로 세분화하여 진행하고 있음.



- 교육연구단은 현장 통합형(M)과 현장 문제형(A)이 전체 개설과목의 66%를 차지하는 등 산업현장과 밀접한 연계를 가지고 진행되었음.
- IC-PBL+ 운영 교과목은 7과목이 신규 및 기존과목 개편 등 개설되어, 총 9과목의 교과목이 운영되고 있으며, 기존 계획서의 목표인 총 8개 과목 운영 목표를 초과 달성하였음.

대상 학위과정	교과목	유형	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	M	(주)크리에티브헬스	기존 교과목
석사과정, 박사과정	생화학특론2	A	(주)시그넷바이오텍	
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	A	(주)진메디신	신규 개설 교과목
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	C	(주)테라베스트	
석사과정, 박사과정	분석생화학	C	(주)시그널바이오	
석사과정, 박사과정	단백질설계	C	(주)시그널바이오, (주)지뉴브	
석사과정, 박사과정	생명공학실험학	A	(주)알티엠, (주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 개편 교과목
석사과정, 박사과정	생체재료특론	A	(주)슈퍼노바바이오	
석사과정, 박사과정	생체융합재료특론	A	(주)슈퍼노바바이오	

### ○ 산업연계교육자문위원회 (Industry-Advisory Board, IAB) 운영

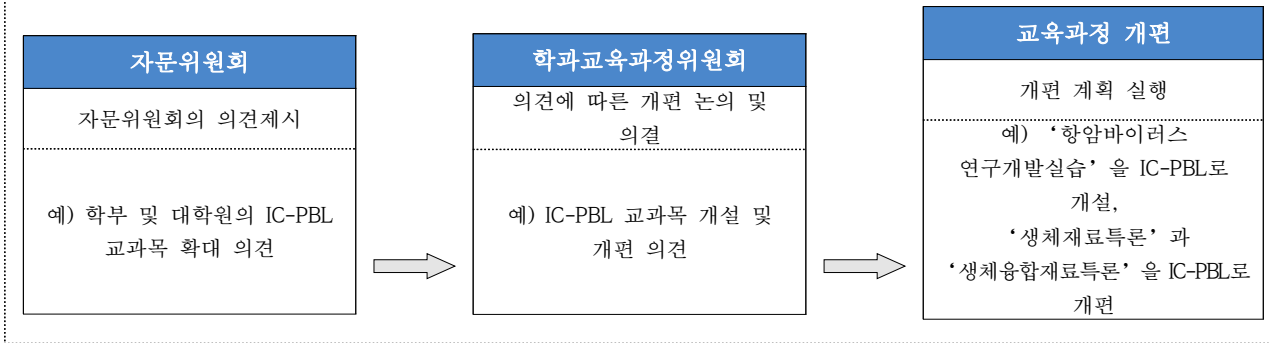
- 교육연구사업단은 바이오의약 분야의 산업계 전문가로 구성된 산업연계교육자문위원회를 구성하고, 생명공학과와 교육과정에 대한 자문을 받음.
- 산업연계교육자문위원회는 산업연계 교육과정 개편의 자문, 산업연계교과목 개발 자문의 역할을 수행하였음.
- 연 1회의 정기적인 위원회 회의를 통하여, 교과과정에 대한 검토 및 개선사항의 의견을 수렴하여 반영하였음. 한양대학교 본부에서는 자문료 지원 등 정기적인 위원회 활동을 지원하고, 홈페이지를 운영하여 그 결과를 공유하고 있음.

산업연계교육자문위원회의 구성			
성명	소속	학과(부) IAB 구분	위촉 기간
이상경	한양대학교	학과(부)장(당연직)	2022.03.01. ~ 2024.02.28.
유현승	시지바이오	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.
인대훈	한국애브비	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.
김영목	휴온스	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.
이상연	비비에치씨	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.
최연웅	한국유나이티드제약	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.
최기명	옵티팜	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.
황도원	테라베스트	외부위원	2023.04.01. ~ 2024.03.31.

### 2023년 산업연계교육자문위원회의 회의 결과

- “기초학문과 더불어 질병의 발병원인 및 치료에 대한 다각적인 IC-PBL 수업을 확대하여 학생들이 스스로 생각하며 수업을 하는 방향으로 수업이 확대되기를 제안함.”
- “IC-PBL 수업은 실험이 더욱 첨부된 형태의 학부 과목을 확대 필요함.”
- “한양대 생명공학과는 실용적인 수업 내용이 많아서 IAB위원들의 강의 부분 참여는 시너지 효과 기대함.”

산업연계교육자문위원회의 자문에 따른 교과과정 개편과정



○ 산업체 인턴 실시

- 교육연구사업단은 현장교육을 강화하기 위하여 기업체에 인턴프로그램을 운영하고 학업과 현장교육을 동시에 진행할 수 있는 기회를 제공하였음.
- (주)일릭사파마텍, (주)심플플래닛, (주)시그널바이오, (주)랩투랩, (주)슈퍼노바바이오, (주)진메디신에서 대학원생 인턴프로그램을 제공하여, 현장에서 실습을 통한 교육을 실시하였음.
- 2020~2021년에는 COVID-19 감염증으로 인하여 대면 실습에 많은 어려움이 있었으나, 2022년부터 활성화되어 학생들의 적극적인 참여로 산업체 인턴이 활성화 되었음.

산업체 인턴 참여현황			
해당연도	참여학생수	참여기업	비고
2020년	-	-	COVID-19로 대면 실습이 이루어지지 않음.
2021년	-	-	
2022년	3	랩투랩, 진메디신	참여인원 및 참여기업의 증가
2023년	11	일릭사파마텍, 심플플래닛, 시그널바이오, 랩투랩, 슈퍼노바바이오	

5) 바이오창업 교육 강화

○ 창업 및 특허관련 교과목 운영

- “바이오창업의 이해” 교과목을 운영하여, 기술사업화 교육과 더불어 지적재산권 교육을 실시.
- “지적재산권”의 중요성과 추후 연구의 “기술이전”, “특허방어” 등 산업체에서 사업화 진행에 필요한 내용의 교육을 실시함.
- 생명의학 관련 데이터 분석을 위한 교육, 특허 출원과 방어를 위한 교육 및 신약에 대한 개발에 있어서 관련된 경영 교육을 실시함.
- 2021년 2학기와 2023년 2학기 등 격년으로 개설하여, 석사 또는 박사학위 중에 수강할 수 있는 기회를 제공하였으며, 각각 10명과 13명의 학생들이 등록하여 수강하였음.

### 바이오창업의 이해 수강학생들의 피드백 (강의평가)

- “창업과 관련하여, 제가 하고 있는 연구를 어떻게 발전시켜 나갈 수 있을 지에 대해 생각해 볼 수 있었으며 새로운 계기를 제공해 준 것 같습니다. 발표를 하며 서로의 의견에 대해서도 공유할 수 있어 좋았던 것 같습니다.”
- “현재 하고 있는 일의 산업적 유용성에 대한 부분을 생각해 보면서 내 프로젝트에 대해 다시 리마인드 할 수 있는 기회가 되었다. 특히 발표에 대한 피드백을 잘 해주셔서 이후 연구에 많은 도움이 될 것 같다.”
- “실제로 창업에 관심 있는 학생들이 들으면 좋을 것 같은 수업이었고, 교수님께서 피드백을 활발하게 잘 해주셔서 도움이 많이 되었습니다”

### ○ 특허등록 및 기술이전 촉진

- 학생들의 연구과정에서 발생한 특허가 가능한 결과들은 산학협력단에 특허신고를 하고, 산학협력단은 특허 검색 및 출원 과정을 지원함.
- 학생들이 참여한 특허등록이 지속적으로 이루어지고 있음.

### 학생참여 특허등록건수 현황

2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
2	0	4	1	1

## 6) 선순환적 교과과정 개선 프로그램

### ○ 교과목CQI (Continuous Quality Improvement) 프로그램 운영

- 한양대학교에서는 강의를 선순환적으로 개선하기 위하여, 매 학기 중간과 기말에 학생들의 강의 평가를 실시, 강의평가를 교수에게 제출함.
- 교수는 강의평가에서 얻은 의견을 토대로, 다음 학기 교과목 개선계획을 수립하고, 이러한 개선계획이 효과적으로 이루어졌는지 매 학기 말에 자체 평가를 진행함. 이러한 선순환적 구조를 통하여 강의를 지속적으로 개선해 나가고 있음.

### 교과목CQI | Hanyang university portal service

2024 / 1 이민형	반영결과	<p>지난학기 개선사항 반영결과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 학습할 분량이 많고 내용이 어려워, 분량을 줄여줄 것을 요청하였음.</li> <li>- 이에 따라 일반생물학, 미생물학 등 타 과목에서 중복될 수 있는 내용을 그 담당교수와 협의하여, 각각의 과목에 중복되지 않도록 배치하여, 본 과목에서의 학습분량을 줄이려고 노력하였음.</li> <li>- 이에 따라, 강의 진도에 여유가 생겨 좀 더 심도있는 논의가 가능해졌음.</li> </ul>
	개선	<p>이번학기 강의 운영시 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제로 부과하는 문제들에 대해, 학생들이 충분한 문헌조사 없이, 의견을 제출하는 경우가 많이 발견되었음. 이에 따라 과제의 난이도가 적절하지 않은 것으로 판단됨.</li> <li>- 일부 학생들의 수업참여도가 낮음. 과제 참여도가 낮아서, 과제의 완성도도 낮음. 이러한 학생들에게 과제 연구에 대한 참여도를 높일 방안을 찾아봐야 함.</li> <li>- 수업 시간이 오전 9시로 일부 학생들이 제 시간에 도착하지 못하고, 5~10분 정도 늦는 학생들이 있는데, 지각하지 않도록 주의가 필요함.</li> </ul>
	다음학기 강의 개선방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제에 대한 개선방향으로 과제에 대한 난이도를 조절하고, 개인과제가 아니라 조별 과제로 실시하여 학생들의 과제 부담을 줄여서 좀 더 심도있는 과제 수행이 되도록 할 예정임.</li> <li>- 또한, 조사해야할 기본 문헌을 제시하여, 문헌 조사 방향에 가이드가 될 수 있도록 도와줄 예정임.</li> <li>- 학생들과 학기 중간에 개별면담을 실시하여, 이러한 변화가 잘 적용되고 있는지 확인할 예정임.</li> </ul>

### [교과목 CQI 진행 화면]

### ○ 수업질 개선센터의 운영

- 한양대학교에서는 강의품질을 개선하기 위하여, 학생들의 의견을 수업질개선센터에서 수렴하고 있음
- 학생들은 강의품질을 개선하기 위한 의견이 있는 경우, ‘교강사공지관련’, ‘운영방식관련’, ‘과제관련’ 등 의견을 수시로 접수할 수 있으며, 담당 교수 및 직원들은 답변 및 개선사항을 실행함

[수업질 개선센터의 학생민원 화면]

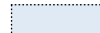
### ○ 참여 전임교수 대학원 강의실적

- 연구단 전임교수는 트랙별 교과목을 균형있게 개설하기 위하여, IC-PBL+과목과 전공융합과목을 신규로 개설하거나, 기존 과목을 개편하였음.

#### 트랙별 전임교수 대학원 강의실적

	전공심화과목		전공융합과목		IC-PBL+		학생주도창의연구	
김용희	약물전달특론	21, 23	바이오의약전달학	20, 22				
류성언	생화학특론1	21	생명과학기술	20	분석생화학	22		
					단백질설계	23		
윤채욱	생명공학세미나1	22			항암바이러스연구 개발실습	21, 23		
임태연					생명공학실험학	20~23		
					바이오창업의 이해	21, 23		
이근용	생체재료특론	20			생체재료특론	22	생체모사공학설계	22
	생체융합재료특 론	21			생체융합재료특론	23		
이상경	면역학적분석학	20, 22						
	면역학특론	21, 23						
이민형					응용핵산생화학	20, 22		
					생화학특론2	21, 23		
신홍수	생명공학세미나1	21	세포생물공학	21, 23			응용생화학설계	23
이동윤			세포이미징기술	22				
			당뇨학특론2	23				
박희호	생명공학세미나2	21, 23	면역세포치료제특 론	22				

신규개설



IC-PBL+ 개편



## 2. 인력양성 현황 및 지원 실적

### 2.1 교육연구단의 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적

#### ○ 우수 참여대학원생 확보

##### □ 확보실적

- 교육연구단의 사업 개시 후, 7학기 동안 총 102명의 학생이 입학하였음. 즉, 연도별 평균 대학원 입학생 수는 29.2명임. 연평균 참여대학원생수는 재학생포함, 석사 42명, 박사2명, 석박통합 21명으로 65명의 학생이 참여함. 교육연구단 선정시 2020년 2학기에는 석사 31명, 박사 3명, 석박통합 17명 (총 51명)의 학생이 참여하였으나, 2023년 2학기에는 석사 48명, 박사 3명, 석박통합 25명 (총 76명)으로 양적인 성장을 이루었음.
- 현재 한양대학교 생명공학과 학부 정원 23명으로 대학원생 입학실적인 연 29.2명은 현재의 학부 입학정원을 넘어서는 인원수로서 대학원 과정이 활성화되어 있음을 보여줌.
- 현재 외국인 학생은 전체 대학원생 75명중 7명으로 9.2%를 차지함 (2023 현재).
- 한양대학교 생명공학과 학부 출신의 대학원생들은 교육의 연속성 및 수월성에서 우수한 대학원생으로 볼 수 있는데, 전체 신입생 중에서 본교 생명공학과 출신의 비율은 45%임. 연도별 평균 13.1명의 본교 생명공학과 출신 대학원생의 입학이 이루어지고 있으며, 학부정원대비 56%에 달하는 수치임.

##### □ 우수 대학원생 유치를 위한 노력

- 우수 대학원생 확보를 위하여, 한양대학교에서는 매 학기마다 대학원페어를 진행하고 있으며, 생명공학과에서는 학과장을 포함한 여러 교수가 참여하여, 생명공학과 대학원의 홍보 및 지망학생들과의 면담을 진행하고 있음.
- 연구실 오픈랩을 진행하여, 학생들의 관심을 유도하고 대학원 홍보를 진행함.
- 학부 학생들을 위한 실험실인턴 기회를 실용공학연구 교과목을 통하여 제공하여, 학부학생들의 연구참여와 대학원 진학을 독려함.
- 교육연구단은 웹사이트를 개설하여, 연구단 실적을 온라인으로 홍보하고 있고, 한양대학교 생명공학과 웹사이트와 각 교수의 웹사이트를 통하여, 사업단을 성과를 홍보하고 있음.
- 대학 본부 및 관련학회 (생체재료학회, 고분자학회 등)와의 협조를 통해 연구단의 교육 프로그램 우수성을 지속적으로 홍보하고 있음.



[교육연구단 홈페이지(좌)와 생명공학과(우) 웹사이트 운영]

## ○ 대학원생 지원 실적

### □ 교과과정 대학원생 지원 체계

- 바이오의약 신산업 분야에 대응하는 우수한 교과과정을 제공하여, 생명공학분야의 글로벌 융합인재로 성장할 수 있도록 특화된 트랙기반의 교과목을 제공함.
- 학생 주도의 연구주제 설정 및 설계, 실습으로 이루어지는 학생주도 설계과목을 개설하여 심화된 학습이 가능하도록 지원함.
- 모든 대학원생들이 생명공학실험학을 의무적으로 이수하도록 하여, 연구수행에 필수적인 실험기술을 습득하도록 지원함.
- IC-PBL+ 9개 과목을 제공하여, 학생들의 관심분야에 밀접한 과목을 자율적으로 선택하고 산업계의 문제를 파악하며 해결할 수 있는 능력을 배양하도록 지원함.

### □ 비교과과정 대학원생 지원 체계

- 기업체 인턴실습 기회를 제공하여, 산업계에서의 경험을 가질 수 있도록 지원함. 2023년 2학기까지 25명의 학생이 기업체 인턴실습에 참여하였음.
- 국제공동연구의 기회를 제공함으로써, 글로벌 생명공학 연구의 수준을 경험 기회를 제공함.
- 국내외 관련 학회에서의 연구 발표 기회를 제공하고, 해외 학회의 경우에는 참가비 및 체류비를 지원하여 국제적 학회 참여를 독려함. 교육연구사업 시작 이후, 2024년 2월까지 총 160건의 국내외 학회 발표 실적을 달성하여, 참여 대학원생들이 적어도 재학 중 1회 이상의 학회 발표를 하도록 기회를 확보하였음.
- 외국 연구기관에 장기 해외연수를 지원하여, 선진 연구기술과 주제에 대한 습득이 가능하도록 지원하였음. 2024년 2월까지 2건의 해외장기연수를 지원하였음.

## 2.2 참여대학원생 학술활동 지원 실적

### ○ 대학원생 학술활동 지원실적

#### □ 국제학회 참가지원

- 교육연구단은 2024년 2월까지 총 160건의 학회발표를 지원하였음.
- 이 중에서 국제학회는 57건의 학회발표가 실시되었음. 연구단에서는 국제학회 발표의 경우, 교통비, 체류비, 참가비를 실비 기준으로 지원하여 학생들의 발표가 원활하게 이루어지도록 하였음.
- 국내학회 발표와 국제학회 발표는 사업이 진행되는 과정에서 점차 증가 추세에 있음. 특히, 2020년에는 COVID-19으로 인하여 국제학회 발표가 없었으나, 이후 참여율이 크게 증가한 모습을 보여주고 있음.
- 학회발표의 질적인 측면에서도 구두발표의 비율이 2023년에 크게 증가하는 추세를 유지하고 있음.

학회발표 총건수 (포스터 + 구두발표)				
	2020	2021	2022	2023
국내학회 발표	10	20	31	37
국제학회 발표	0	11	19	27
합계	10	31	50	64

학회발표 중 구두발표 건수				
	2020	2021	2022	2023
국내학회 구두발표	0	4	3	9
국제학회 구두발표	0	5	2	8
합계	0	9	5	17



#### □ 우수 연수기관 장기 연수 지원

- 국제공동연구를 통하여, 대학원생들의 장기연수의 기회를 제공하였음. 참여 대학원생들은 상대국에서 2주 이상의 장기 체류를 통하여, 공동연구 주제에 대한 심도있는 연구에 최신기술 습득의 기회를 가짐.

참여 학생	연수기관	지도교수		연수국	연구기간	연수내용
		한양대학교	연수기관			
	Harvard Medical School	박희호	Christian Brendel	미국	20240116-20240205	나노의학, 유전자, 세포치료제 전임상 및 인공지능 활용 등
	Ghent University	신흥수	Sandra Van Vlierberghe	벨기에	20240125-20240211	3D 스펀지의 재생의학 응용

□ 우수 연구 장려 인센티브 프로그램 운영

- 연구단은 매년 우수 연구결과를 공모하고, 연구단 운영위원회의 심사를 거쳐 우수 연구결과를 창출한 대학원생에게 대학원생 우수논문상과 특별성과급을 지급하였음.
- 우수성과에 대한 홍보효과 및 지속적 우수 연구성과 창출의 동기를 제공하였음.

대학원생 우수논문상 포상 실적		
연도	수상인원	논문게재 학술지
2020	4	Biofabrication, Advanced Science, Journal of Controlled Release, Journal of Industrial and Engineering Chemistry
2021	7	Journal of Controlled Release, Antioxidants and Redox Signaling, Biofabrication, Acta Biomaterialia, Biomedicines, Journal of Biomedical Materials Research, Cancers, Nanoscale
2022	6	Advanced Materials, Advanced Science, Journal of Drug Targeting, Bioengineering & Translational Medicine, Carbohydrate Polymers, Acta Biomaterialia
2023	3	Advanced Materials, Tissue Engineering, Journal of Controlled Release

### 2.3 참여대학원생의 취(창)업 현황

#### ① 취(창)업률

<표 2-1> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 취(창)업률 실적

구 분		졸업 및 취(창)업 현황 (단위: 명)						취(창)업률(%) (D/C) × 100
		졸업자 (A)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=A-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2023년 2월 졸업자	석사	15	1	1	0	13	11	87
	박사	2	X		0	2	2	
2023년 8월 졸업자	석사	4	0	0	0	4	3	80
	박사	1	X		0	1	1	

② 취(창)업의 질적 우수성 (평가 대상 기간)

<표 2-2> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 중 취(창)업의 질적 우수성

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (석사/박사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)
	대표 취(창)업 사례의 우수성				
1		2021년 2월	석사	생명공학과	SK 바이오사이언스
	<p>다양한 약물전달에 응용 가능한 지질-고분자 융합 나노입자 기반의 혁신적인 바이오의약 개발 연구를 수행하였음. 특히, 이산화탄소 가스 생성에 의하여 부작용을 최소화하고 치료효능을 극대화시킬 수 있는 치료제 개발 연구를 수행하여 특허 출원 및 기술 이전의 성과를 거두었음. 졸업 후국내 의약전문 대표 기업인 SK 바이오사이언스에 취업하여 현재 PD8팀 매니저로 약물효능평가 관련 연구를 활발히 수행 중임.</p>				
2		2021년 8월	박사	생명공학과	유노비아
	<p>유노비아는 2023년 일동제약연구소에서 신약개발부문이 분할된 회사로, 다양한 질병들의 핵심 신약 파이프라인을 갖춘 우수한 회사임. 김민경 박사는 학위과정 중 핵산신약 및 엑소좀을 이용한 약물전달 연구를 진행하였던 실적을 바탕으로 바이오신약 연구개발을 할 수 있는 인재로 양성됨. 이 경험의 우수성을 바탕으로 2022년 유노비아에 발탁되었으며 현재 항체의약품의 작용기전 및 효능평가 등 바이오신약 연구개발을 수행하며 혁신신약개발에 큰 기여를 하고 있음.</p>				
3		2022년 2월	석사	생명공학과	한미약품
	<p>항암 아데노바이러스를 이용한 유전자치료제 개발 및 나노물질을 이용한 항암바이러스 전달에 관련된 연구를 임하였음. 3학기만에 SCIE 급 해외 우수 저널에 그 결과를 발표하였으며 동일 주제로 석사학위를 취득하였음. 우수한 생명공학 지식 및 실험 기술 습득함으로써 혁신신약 연구와 상업화에 대한 융합적 사고력을 가진 인재로써 국내 혁신신약 R&amp;D 중심 제약 바이오기업인 한미약품에 취업하였음.</p>				
4		2022년 2월	석사	생명공학과	녹십자
	<p>뇌종양 치료의 주요 표적인 High-mobility group box-1 (HMGB1)을 억제시키는 락토페린-글리시리진 접합체를 개발하여 녹십자에 취업함. 녹십자 기업은 글로벌 건강 산업을 이끌어 갈 생명과학 기술 기반의 바이오의약품 신약 연구개발 프로젝트, 혁신 신약후보물질 개발 프로젝트를 진행하여 신약 개발 가속화에 기여하고 있음. 학위 과정에서 취득한 연구 역량을 기반으로 신약 개발 업무를 수행 중에 있으며, 우수한 연구 성과도 창출하고 있음.</p>				
5		2023년 2월	석사	생명공학과	셀트리온
	<p>함재민 학생은 학위과정동안 단백질구조를 이용한 단백질설계를 통하여 항암제 표적단백질인 RAF1 단백질의 활성부위에 선택적으로 결합하는 신규단백질을 de novo 로 개발하고 해당단백질이 암세포 억제에 효능이 있는 것을 증명하였다. 이 과정을 통하여 단백질 설계, 유전자 조작, 단백질 정제, 질병치료검증 등의 기술을 습득하였고, 실제적으로 암세포 성장 억제에 효능이 있는 신규설계 단백질을 개발하는 성과를 거두어 (주)셀트리온에 취업하였음.</p>				
6		2023년 2월	석사	생명공학과	셀트리온
	<p>위 학생은 2021년 2월부터 2023년 2월까지 석사과정에 참여하여, 마이크로니들 기반 면역항암 치료제의 약물 전달 효율 개선 및 반응을 개선을 통한 항암치료효과 검증 연구를 수행하였고, 위 과정에서 발명한 3건의 기술 특허 출원 및 1건의 SCI논문 발표 실적을 얻었음. 위 과정을 통해 셀트리온 회사에 취업할 수 있었음.</p>				

7	2023년 8월	석사	생명공학과	한미약품	
	한미약품은 연구개발 부문 인력이 업계 최대 규모인 20%로, 전문성을 바탕으로 바이오 의약품 개발을 선도하고 있는 기업임. 상기 졸업생은 노인성 황반변성의 망막세포 사멸을 제어해 주는 펩타이드 신약을 개발하여 논문(Cells) 게재하고, 특허 출원 및 전임상을 실행하여 시그넷 바이오텍과 특허 양도 계약을 진행하였음. 대학원에서 취득한 역량을 바탕으로 바이오의약 혁신 인재로서 한미약품 임상시험 모니터 요원으로 재직하며 임상시험을 주도하고 있음.				
8	2024년 2월	박사	생명공학과	보령	
	박사학위 과정 동안 3차원 바이오프린팅 기술 기반의 인공장기 및 생체조직 재생 관련 연구를 수행하여 다수의 우수 논문 발표와 특허 출원의 성과를 거두었음. 이러한 역량을 기반으로 국내 대표 제약 회사 중 하나인 보령(구 보령제약)에 입사하였고, 현재 R&D 기획팀에서 차세대 환자 맞춤형 혁신의약 R&D 사업을 기획하고 개발하는 업무를 수행 중임.				
평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 수		석사	65	제출 요구량	1~8
		박사	13		

## 2.4 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

〈표 2-3〉 교육연구단 신진연구인력 현황

구분	신진연구인력 수 (단위: 명, 개월)		
	평가 대상 기간 내 총 인원 수	총 참여 개월 수	1인당 평균 참여 개월 수
박사후 과정생	4	30	8
계약교수	0	0	0
계	4	30	8

### ① 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

#### ○ 우수 신진연구인력 확보

- 우수 신진연구인력을 채용을 위하여, 교육연구단 운영위원회에서 채용 대상자에 대한 심사를 실시하고 대상자의 적절성을 평가하였음.
- 채용 대상자는 박사학위 과정 중에 SCI Q1 저널에 주저자로 1편 이상의 논문을 출판한 박사학위자를 대상으로 하였으며, 연구내용이 연구단의 목표에 부합하는지 심사하였음.
- 2024년 2월까지 4명의 신진연구인력이 채용되었으며, 이들의 채용계약기간은 모두 1년으로 하여, 연구의 안정성을 꾀하고자 하였음.
- 12개월의 계약기간 전에 다른 직장으로 이직을 원하는 경우에는 계약해지를 인정하여, 안정된 구직활동을 보장하였음.

신진연구인력 (박사 학위취득 학교)	박사학위 취득년도	전공분야	참여기간
	2020	핵산생화학	2021.03.01. - 2022.02.28.
	2021	나노생체재료	2021.09.01. - 2021.12.30.
	2023	나노생체재료	2022.09.01. - 2023.05.31.
	2021	조직공학	2023.01.01. - 2023.07.31.

○ 우수 신진연구인력 지원 실적

□ 연구몰입도 증진을 위한 지원

- 채용된 신진연구인력에게 안정적 급여를 제공하여 연구의 안정성을 꾀하였음 (연간 3,600만원 이상).
- 채용된 신진연구인력에게는 연구단 참여교수가 수주한 연구 프로젝트에 참여할 기회를 보장하였음.
- 연구를 수행하기에 필요한 연구공간, 연구기기, 연구자원 등을 지원함. 또한, 학회참가를 위한 참가비를 지원하고, 논문 게재와 관련된 비용을 지원함.
- 학교 소속 연구원으로 행정적 지원을 제공함.

□ 신진연구인력의 연구 실적

- 이진규 박사는 지방유래줄기세포를 골 조직으로 분화하기 위한 새로운 재료를 개발하는 연구를 수행하였으며, 이 결과를 Advanced Science에 출판하는 등, 총 9건의 논문 출판에 기여하였음.
- 박춘선 박사는 호흡기 관련 염증성 질환에 대한 새로운 단백질 및 엑소좀 치료제에 대한 프로젝트를 수행하였으며, 다양한 프로젝트에 참여하여 6편의 논문출판에 관여함.
- 김형식 박사는 나노생체재료 기술을 바탕으로 포도당 농도를 측정하는 새로운 기술을 개발하는 연구에 참여하였으며, 여러 프로젝트에 참여하여, 14건의 논문출판에 관여함.
- 김충구 박사는 3차원 바이오프린팅을 위한 새로운 하이드로젤을 개발하는 바이오의약 응용기술을 연구하였고, 5건의 논문출판에 기여함.
- 신진연구인력은 총 34건의 논문 출판에 기여하였으며, 6건의 주저자 논문 발표를 수행하여, 비교적 짧은 기간의 연구에도 우수한 실적을 거두었음.

신진연구인력	지도교수	연구논문	주저자논문
	이민형	6	2
	이근용	5	
	이동윤	14	3
	신흥수	9	1

② 우수 신진연구인력의 대표 연구 실적

<표 2-4> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 신진연구인력 대표 연구 실적

번호	구분	성명	참여 시작일	실적 종류	대표 연구 실적 상세내용
	대표 연구 실적의 우수성				
1	박사후 과정생		2023.03. 01	학술지 논문	Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids
					ADVANCED SCIENCE
					9(3), 1-12
					ISSN/ISBN/e-ISSN: 2198-3844
					202111
					10.1002/advs.202103525
					<p>[게재 학술지의 우수성] 나노 기술 분야에서 국제적인 명성을 갖는 SSCI급 학술지 (2022 IF=15.1, Q1)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 지방유래줄기세포(hADSC)와 연골 또는 골분화를 위해 각 조직재생과 관련있는 성장인자가 포함된 단일 나노섬유전달체를 사용하여 연골, 골조직 모듈을 개발한 뒤, 3D프린팅된 고분자 마이크로 챔버에 융합하여 계층적 구조모사 및 이식재료로 활용할 수 있는 3차원 구조체 개발에 대한 연구임.</p> <p>[창의성및혁신성] 서로 다른 성질을 지닌 두 종류의 조직 (골조직, 연골조직)을 계층적 구조의 한 개 3차원 구조체를 통해 동시에 재생시킬 수 있는 복합 조직 재생분야의 새로운 패러다임을 제시했다는 점에서 의의가 있음.</p> <p>[학술적기여] 골/연골을 동시에 재생시킬 수 있는 3차원 구조체를 통해 골조직과 연골조직의 재생되는 양상 및 매커니즘에 대한 분석을 구체적으로 확인했으며 바이오의약품 개발 방식에 있어서 조직공학적 접근을 통해 새로운 연구개발을 한 것을 토대로 바이오혁신인재로의 양성에 큰 기여가 되어 본 실적을 통해 혁신적인 바이오의약품 개발에 대한 발전가능성을 인정받아 차종합연구원으로 선발되어 본 과제의 목표에 적합한 인재로 활용할 수 있게 되었음.</p>
2	박사후 과정생		2022.09. 01	학술지 논문	Nanoarchitected conjugates targeting angiogenesis: investigating heparin-taurocholate acid conjugates (LHT7) as an advanced anti-angiogenic therapy for brain tumor treatment
					Biomaterials Research
					27(89), 1-13
					2119-0275
					202309
					10.1186/s40824-023-00420-8
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생명공학 분야에서 국제적 최고의 명성을 자랑하는 SCI급 학술지 (2022, IF=11.3)에 발표된 논문.</p> <p>[주요내용] 본 연구에서는 전통적인 치료법의 한계를 극복하고자 헤파린과 타우로콜산을 결합하여 LHT7이라는 새로운 합성 물질을 개발하였음. 이 합성은 기존의 헤파린의 항암 효과를 강화하고 부작용을 최소화</p>

하려는 목적을 가지고 있음. 또한, LHT7은 혈관 신생을 억제하는 새로운 메커니즘을 제시함으로써 글리오블라스토마의 치료에 새로운 접근 방식을 제공함. 이는 특히 암 치료에서 혁신적인 접근으로 평가될 수 있음.

[창의성및혁신성] LHT7이 인간의 혈관 내피 세포의 발아를 억제하고 주요 혈관 신생 관련 단백질의 인산화를 조절한다는 결과는 항암 치료의 새로운 가능성을 제시함. 이러한 결과들은 암 치료 연구에 있어 중요한 데이터를 제공하며, 항암제 개발에 있어 새로운 이정표를 설정하였음.

[학술적기여] 이 연구는 헤파린과 타우로콜산의 결합이 암 치료에 있어서 중요한 역할을 할 수 있음을 시사함. LHT7이 글리오블라스토마의 치료에 효과적임을 증명함으로써, 이는 항암 치료 분야에서 더욱 넓은 연구와 임상 실험으로 발전할 수 있는 기반을 마련하였음. 또한, 이 연구는 글리오블라스토마와 같은 고도로 치명적인 암의 치료에 새로운 전략을 제시함으로써, 향후 환자의 생존율 향상에 기여할 수 있을 것임.

총 신진연구인력 수	박사후과정생	4	제출 요구량	1~2
	계약교수	0		
	계	4		

### 3. 참여대학원생 연구역량

#### 3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성

##### ① 참여대학원생 대표연구업적물의 우수성

<표 2-5> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 대표연구업적물

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	지도교수 세부전공분야	업적물 종류	대표연구업적물 상세내용
<b>대표연구업적물의 우수성</b>					
1	석박사통합		생체/의료용 고분자	학술지 논문	<p>Development of a composite hydrogel incorporating anti-inflammatory and osteoinductive nanoparticles for effective bone regeneration</p> <p>BIOMATERIALS RESEARCH</p> <p>27, 132(article number)</p> <p>2055-7124</p> <p>3</p> <p>202312</p> <p>10.1186/s40824-023-00473-9</p> <p>[게재 학술지의 우수성] 생체의료공학 분야 상위 5위(상위 4.7%) SCIE급 학술지 (2022 IF = 11.3, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] 염증반응 제어와 골분화를 동시에 유도하여 효과적인 골분화성을 갖는 나노입자를 하이드로겔에 담지하여 전달하여 세포 및 생체실험에서 골재생효과를 확인함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 타닌산의 염증반응 억제를 활용하여 대식세포가 파골세포로의 성숙 분화를 저해함. 이와 동시에 줄기세포의 골분화를 촉진하여 동반상승효과로 골재생을 보다 효과적으로 이루어냄.</p> <p>[학술적 기여] 염증이 유도된 환경에서 골재생효과를 유도할 수 있는 물질은 류마티스 관절염, 치주염 등 다양한 의학적 필요를 갖기에, 항염과 골분화가 동시에 이루어질 수 있는 나노입자를 활용한 본 연구는 충분한 학술적 의의를 띄고 있음. 더 나아가 활용된 크라이오겔이 나노치료제를 전달하는 데에 적합한 전달체임을 밝혀 바이오의약품 전달체 활용에 크게 기여할 것으로 사료됨.</p>
2	석박사통합		생체/의료용 고분자	학술지 논문	<p>Development of a composite hydrogel incorporating anti-inflammatory and osteoinductive nanoparticles for effective bone regeneration</p> <p>BIOMATERIALS RESEARCH</p> <p>27, 132(article number)</p> <p>2055-7124</p> <p>3</p> <p>202312</p>

					10.1186/s40824-023-00473-9
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생체의료공학 분야 상위 5위(상위 4.7%) SCIE급 학술지 (2022 IF = 11.3, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] 염증반응 제어와 골분화를 동시에 유도하여 효과적인 골분화성능을 갖는 나노입자를 하이드로겔에 담지하여 전달하여 세포 및 생체실험에서 골재생효과를 확인함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 타닌산의 염증반응 억제를 활용하여 대식세포가 파골세포로의 성숙 분화를 저해함. 이와 동시에 줄기세포의 골분화를 촉진하여 동반상승효과로 골재생을 보다 효과적으로 이루어냄.</p> <p>[학술적 기여] 염증이 유도된 환경에서 골재생효과를 유도할 수 있는 물질은 류마티스 관절염, 치주염 등 다양한 의학적 필요를 갖기에, 항염과 골분화가 동시에 이루어질 수 있는 나노입자를 활용한 본 연구는 충분한 학술적 의의를 띄고 있음. 더 나아가 활용된 크라이오겔이 나노치료제를 전달하는 데에 적합한 전달체임을 밝혀 바이오의약품 전달체 활용에 크게 기여할 것으로 사료됨.</p>
3	석박사통합		생체/의료용 고분자	학술지 논문	<p>Development of a composite hydrogel incorporating anti-inflammatory and osteoinductive nanoparticles for effective bone regeneration</p> <p>BIOMATERIALS RESEARCH</p> <p>27, 132(article number)</p> <p>2055-7124</p> <p>3</p> <p>202312</p> <p>10.1186/s40824-023-00473-9</p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생체의료공학 분야 상위 5위(상위 4.7%) SCIE급 학술지 (2022 IF = 11.3, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] 염증반응 제어와 골분화를 동시에 유도하여 효과적인 골분화성능을 갖는 나노입자를 하이드로겔에 담지하여 전달하여 세포 및 생체실험에서 골재생효과를 확인함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 타닌산의 염증반응 억제를 활용하여 대식세포가 파골세포로의 성숙 분화를 저해함. 이와 동시에 줄기세포의 골분화를 촉진하여 동반상승효과로 골재생을 보다 효과적으로 이루어냄.</p> <p>[학술적 기여] 염증이 유도된 환경에서 골재생효과를 유도할 수 있는 물질은 류마티스 관절염, 치주염 등 다양한 의학적 필요를 갖기에, 항염과 골분화가 동시에 이루어질 수 있는 나노입자를 활용한 본 연구는 충분한 학술적 의의를 띄고 있음. 더 나아가 활용된 크라이오겔이 나노치료제를 전달하는 데에 적합한 전달체임을 밝혀 바이오의약품 전달체 활용에 크게 기여할 것으로 사료됨.</p>
4	석사		생체/의료용 고분자	학술지 논문	<p>Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation</p> <p>ACTA BIOMATERIALIA</p> <p>149, 96-110</p> <p>1742-7061</p> <p>1</p> <p>202207</p>

					doi.org/10.1016/j.actbio.2022.06.043
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생체 재료 분야 Rank 5위 (상위 11.1%)로 국제적 최고의 명성을 갖는 SCIE급 학술지 (2022 IF=9.7, Q1)에 발표된 논문임.</p> <p>[주요내용] 에피갈로카테킨 갈레이트로 코팅된 나노섬유입자를 통합한 하이드로겔을 개발하였음. 제작된 하이드로겔은 라디칼 소거능을 가져 캡슐화된 세포의 생존력을 향상시켰으며, 세포의 확산 및 이동능력이 증가됨을 확인함.</p> <p>[창의성·혁신성] 복합하이드로겔 내에 봉입 가능한 다양한 세포들 (줄기세포, 인간 진피섬유 아세포 및 인간제대 정맥 내피세포)에서 적용 가능함을 확인하였음.</p> <p>[학술적 기여] 세포 봉입 하이드로겔 제작시 생성된 자유 라디칼로 인한 세포내 산화스트레스를 감소시켜 세포생존력을 향상시켰다는 점에서 다양한 세포전달을 위한 하이드로겔 응용 가능성에 대한 학술적 의의가 있음.</p>
5	석박사통합		생체/의료용 고분자	학술지 논문	<p>Spatially arranged encapsulation of stem cell spheroids within hydrogels for the regulation of spheroid fusion and cell migration</p> <p>ACTA BIOMATERIALIA</p> <p>142, 60-72</p> <p>1742-7061</p> <p>1</p> <p>11-Aug-53</p> <p>doi.org/10.1016/j.actbio.2022.01.047</p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] Biomedical engineering 분야 Rank 9위 (상위 8.9%)로 국제적 최고의 명성을 갖는 SCIE급 학술지(2022 IF=9.7, Q1)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 온도 반응성 하이드로겔을 사용하여 매트릭셀 내에서 정확히 제어된 간격을 두고 인간 지방 유래 줄기 세포 스페로이드를 담지하는 공간적으로 배열된 스페로이드 담지 방법을 제시했음.</p> <p>[창의성혁신성] 스페로이드 간 거리를 100에서 400 <math>\mu\text{m}</math>까지 정밀하게 제어하여 세포 이동 및 스페로이드 융합에 다른 경향성을 보이는 것을 확인했음. 스페로이드 간 거리가 스페로이드 간 신호 전달에 영향을 미치는 것을 밝힘.</p> <p>[학술적기여] 3차원 조직 배양 기술에서 스페로이드 기반의 방법론이 갖는 잠재적인 중요성을 강조하며, 목적에 따라 3차원 공간 속 스페로이드 간의 거리를 신중하게 고려해야 함을 시사했음.</p>
6	석박사통합		생체/의료용 고분자	학술지 논문	<p>Evaluation of the anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering</p> <p>ACTA BIOMATERIALIA</p> <p>124, 166-178</p> <p>1359-6454</p> <p>1</p> <p>202104</p> <p>doi.org/10.1016/j.actbio.2021.02.005</p>

<p>[게재 학술지의 우수성] Biomedical engineering 분야의 우수한 SCIE 학술지(2022 IF=9.7, 상위 8.9%)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 본 연구에서는 고분자 재료 표면에 폴리페놀 중 하나인 에피갈로카테킨 갈레이트(EGCG)를 코팅하고, 활성산소 제거 및 세포를 산화적 스트레스로부터 보호하는 능력을 평가하여 바이오의약품 개발 어플리케이션으로의 활용가능성을 제시함</p> <p>[창의성·혁신성] 활성산소는 생체 내부 또는 외부에서 생성되고 소멸되는데, 과량은 세포사멸 및 염증을 유발함. EGCG 코팅 기술은 활성산소를 제거하는데 창의적이고 혁신적인 접근으로 평가됨</p> <p>[학술적 기여] 조직공학에서 생체재료 삽입 및 세포 이식과 같은 과정에서 과도한 활성산소로 인한 문제가 발생할 수 있음. EGCG 코팅을 통해 조직공학적 응용 가능성이 있는 기술을 도입하고 평가하여 학술적으로 중요한 결과를 도출함</p>					
7	석박사통합		생체/의료용 고분자	학술지 논문	Stretchable and self-healable hyaluronate-based hydrogels for three-dimensional bioprinting
					Carbohydrate Polymers
					295(1), 119846
					0144-8617
					1
					202208
					<a href="https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119846">doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119846.</a>
<p>[게재 학술지의 우수성] 다당류 기반 고분자 관련 기초 및 응용을 다루는 주요 저널에 발표함(SCIE, 유기화학 분야 2위, IF 11.2).</p> <p>[주요내용] 천연고분자인 히알루론산 기반 하이드로젤에 물리적/화학적 결합을 혼용한 이중가교를 도입함으로써 인장능 및 인성을 향상시킴. 또한, 자가 치유능을 부여하여 3D 바이오프린팅 잉크로 사용하였고, 정교한 구조체 제작으로 성장판 구조를 모사할 수 있음을 제시함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 이중가교 도입으로 기존 히알루론산 기반 하이드로젤의 낮은 인성이라는 한계점을 극복하고, 3D 바이오프린팅을 이용하여 정교한 복합조직 구조체 제작이 가능함을 증명함.</p> <p>[학술적 기여] 기존 하이드로젤의 낮은 기계적인 물성을 개선하였고, 세포외기질로도 사용가능한 다기능성 하이드로젤 구조체를 개발함으로써 다양한 조직재생용 복합체로 사용가능함을 제시하였음.</p>					
8	석박사통합		생물고분자 공학	학술지 논문	Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity
					Small
					19, e2302331
					1613-6829
					1
					202305
					<a href="https://doi.org/10.1002/small.202302331">doi.org/10.1002/small.202302331</a>
<p>[게재 학술지의 우수성] 의생명 공학 분야에서 최고의 국제적 평판을 갖는 SCI급 학술지에 게재된 논문임(2023, IF= 13.3).</p> <p>[주요내용] 본 연구에서는 장내 미생물총의 불균형을 복원하면서 다양한 병인의 대장염을 치료를 목적으로 금 나노입자(AuNPs)와 글리시리진(GL)과 글리콜 키토산 코팅층으로 구성된 새로운 나노의약품인 오로자임(Aurozyme)을 개발함. 오로자임은 대식세포의 M1 분극을 약화시킬 수 있는 활성 산소 및 손상 관련 분자 패턴(DAMP)을 효과적으로 제거함. 이는 항염증 효과를 촉진하고 대장염에 걸린 쥐의 장 기능을 회복시킬 뿐만 아니라 장내 유익균의 다양성을 증가시킴.</p>					

<p>[창의성, 혁신성] 본 연구는 영증성 질환의 포괄적인 치료를 위해 개발한 오로자임의 우수성을 제안함.          [학술적 기여] 이러한 개발 과정을 통해 바이오 의약 연구뿐만 아니라 산업계에서 요구되는 심화된 연구, 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재를 양성할 수 있음.</p>					
9	석박사통합		핵산생화학	학술지 논문	Antisense-oligonucleotide co-micelles with tumor targeting peptides elicit therapeutic effects by inhibiting microRNA-21 in the glioblastoma animal models
					Journal of Advanced Research
					53, 249
					2090-1232
					2
					202311
					<a href="https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.005">doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.005</a>
<p>[게재 학술지의 우수성] Multidisciplinary science 분야 Rank 10위(상위 13.7%)로 SCI급 학술지 (2022 IF=10.7, Q1)에 발표된 논문          [주요내용] 뇌종양 세포에서 miRNA-21의 억제하는 antisense oligonucleotide를 마이셀로 제조하고, 표적 펩타이드를 부착하여 뇌종양 세포에만 작용하는 전달시스템을 개발함. 동물모델에서 기존의 전달체보다 우수한 치료효과, 안전성을 확인함.          [창의성/혁신성] Antisense oligonucleotide와 표적 펩타이드의 마이셀로, 전달체가 따로 필요 없는 시스템을 확보하였으며, 전달체를 이용할 때의 부작용을 해소하여 안전성을 확보함.          [학술적 기여] 뇌종양 치료를 위한 antisense oligonucleotide의 안전하고 효율적인 전달시스템을 확보하여, 기존의 전달체의 한계를 극복할 수 있는 새로운 전달 기술을 제공한다는 점에서 학술적 의의가 있음.</p>					
10	석사		핵산생화학	학술지 논문	Antisense-oligonucleotide co-micelles with tumor targeting peptides elicit therapeutic effects by inhibiting microRNA-21 in the glioblastoma animal models
					Journal of Advanced Research
					53, 249
					2090-1232
					2
					202311
					<a href="https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.005">doi.org/10.1016/j.jare.2023.01.005</a>
<p>[게재 학술지의 우수성] Multidisciplinary science 분야 Rank 10위(상위 13.7%)로 SCI급 학술지 (2022 IF=10.7, Q1)에 발표된 논문          [주요내용] 뇌종양 세포에서 miRNA-21의 억제하는 antisense oligonucleotide를 마이셀로 제조하고, 표적 펩타이드를 부착하여 뇌종양 세포에만 작용하는 전달시스템을 개발함. 동물모델에서 기존의 전달체보다 우수한 치료효과, 안전성을 확인함.          [창의성/혁신성] Antisense oligonucleotide와 표적 펩타이드의 마이셀로, 전달체가 따로 필요 없는 시스템을 확보하였으며, 전달체를 이용할 때의 부작용을 해소하여 안전성을 확보함.          [학술적 기여] 뇌종양 치료를 위한 antisense oligonucleotide의 안전하고 효율적인 전달시스템을 확보하여, 기존의 전달체의 한계를 극복할 수 있는 새로운 전달 기술을 제공한다는 점에서 학술적 의의가 있음.</p>					
11	박사	장전옥	핵산생화학	학술지 논문	Chuanyu Zhuang, Minji Kang, Minhyung Lee

					<p>Delivery systems of therapeutic nucleic acids for the treatment of acute lung injury/acute respiratory distress syndrome</p> <p>Journal of Controlled Release</p> <p>360, 1</p> <p>0168-3659</p> <p>1</p> <p>202312</p> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2023.06.018">doi.org/10.1016/j.jconrel.2023.06.018</a></p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] Pharmacology &amp; Pharmacy 분야 Rank 10위(상위 2.7%)로 SCI급학술지 (2022 IF=10.8, Q1)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 최근 유행한 COVID-19와 같은 감염성 질환 등에 의한 급성폐손상 및 급성호흡부전증후군의 치료를 위하여 전달되는 핵산약물과 이의 전달체에 대한 연구임. 기존의 핵산치료제에 대한 종합적인 분석과 이를 통한 새로운 핵산치료제를 도출한다는 점에서 기존 연구와 차별됨.</p> <p>[창의성/혁신성] 폐로의 핵산전달체를 종합적으로 분석하여, 장단점을 제시하고, 이를 통하여 안전성과 효율성을 확보한 신규 핵산치료제의 가능성을 제시함. 엑소좀 등의 신규 약물전달체의 응용가능성을 제시함.</p> <p>[학술적 기여] 급성폐손상 환자에 대한 핵산치료제에 대한 종합적 분석을 통하여, 신규 치료제 개발을 위한 가이드라인을 제시하였다는 점에서 학술적 의의가 있음.</p>
12	박사		핵산생화학	학술지 논문	<p>Delivery of self-replicating messenger RNA into the brain for the treatment of ischemic stroke</p> <p>Journal of Controlled Release</p> <p>350, 471</p> <p>0168-3659</p> <p>1</p> <p>202208</p> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.08.049">doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.08.049</a></p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] Pharmacology &amp; Pharmacy 분야 Rank 10위(상위 2.7%)로 SCI급학술지 (2022 IF=10.8, Q1)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 치료약물로서 mRNA의 전달은 최근 mRNA백신 출시 등으로 중요성이 더해지고 있음. 그러나, mRNA는 세포안에서 쉽게 분해되어 유전자의 발현이 매우 짧다는 단점이 있음. 이 연구는 자체적으로 복제되는 mRNA를 개발함으로써, 발현기간을 획기적으로 늘림으로써, 치료약물로서의 효율을 크게 개선한 연구임.</p> <p>[창의성/혁신성] mRNA의 짧은 발현 기간에 대한 한계를 획기적으로 개선하는 기술로서 자체 복제되는 mRNA를 개발하였음. 기존의 mRNA 백신과 치료제의 문제점을 근본적으로 해결할 수 있음.</p> <p>[학술적 기여] mRNA의 짧은 발현 기간으로 인해, 적용범위가 제한되어 있었으나, 발현기간을 획기적으로 향상시켜 mRNA의 적용질병 범위를 확장하였다는 학술적 의의가 있음.</p>
13	석사		핵산생화학	학술지 논문	<p>Dual-functional dendrimer micelles with glycyrrhizic acid for anti-inflammotry therapy of acute lung injury</p> <p>ACS Applied Materials &amp; Interfaces</p> <p>13, 47313</p>

					1944-8244
					1
					202110
					doi.org/10.1021/acsami.1c08107
					<p>[게재 학술지의 우수성] Materials Science, Multidisciplinary 분야 Rank 52위(상위 12.26%)로 SCI급학술지 (2022 IF=9.5, Q1)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 급성폐손상 동물모델에 pH01 플라시드를 전달하기 위하여, 덴드리머와 glycyrrhizic acid의 복합마이셀을 제조함. Glycyrrhizic acid의 표적성 및 항염증 효과로 전달/치료효과를 개선함.</p> <p>[창의성/혁신성] 기존의 비바이러스성 전달체의 문제를 해결하기 위하여, glycyrrhizic acid를 포함한 마이셀을 제조함으로써, 폐점막의 투과율과 세포내 전달효과를 개선함.</p> <p>[학술적 기여] 급성폐손상의 치료에 사용되는 비바이러스성 전달체는 독성으로 인하여, 부작용을 발생시키지만, 새롭게 개발된 전달체는 glycyrrhizic acid의 치료효과와 독성제거효과로 기존의 전달체의 한계를 극복하였다는 점에서 학술적 의의가 있음.</p>
14	석사		핵산생화학	학술지 논문	<p>Biomimetic cell membrane-coated DNA nanoparticles for gene delivery to glioblastoma</p> <p>Journal of Controlled Release</p> <p>338, 22</p> <p>0168-3659</p> <p>1</p> <p>202108</p> <p>doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.08.021</p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] Pharmacology &amp; Pharmacy 분야 Rank 10위(상위 2.7%)로 SCI급학술지 (2022 IF=10.8, Q1)에 발표된 논문</p> <p>[주요내용] 기존의 고분자기반의 핵산전달체는 실제 뇌조직에서는 양이온성질 때문에 extracellular matrix 등에 고정되어 유전자 전달효과가 매우 저하되었음. 이 연구는 고분자와 플라시드의 복합체를 세포막으로 포장하여, 전달효과를 크게 개선하는 기술을 개발하였음. 동물모델에서 전달, 치료, 안전성이 모두 개선되었음.</p> <p>[창의성/혁신성] 기존 고분자기반 핵산전달체의 양이온성질을 세포막으로 차단함으로써, 동물조직에서 플라시드의 전달효과를 개선하는 기술을 개발함. 생체유래의 세포막을 응용함으로써, 생체적합성/안전성을 높였음.</p> <p>[학술적 기여] 고분자기반 핵산전달체의 한계점을 극복할 수 있는 새로운 세포막응용기술을 제시함으로써, 유전자치료제 개발을 촉진한다는 학술적 의의가 있음.</p>
15	박사		분자세포생물	학술지 논문	<p>Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade</p> <p>Advanced science (Weinheim, Baden-Württemberg, Germany)</p> <p>8(7), 2001308</p>

				2198-3844 (Electronic) 2198-3844(Linking)
				1
				202102
				doi.org/10.1002/advs.202001308
	<p>[게재 학술지의 우수성] 제약 분야 상위 4위(상위 2%) SCIE급 학술지 (2022 IF = 15.6, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요 내용] 본 논문은 fluorinated mitochondria-disrupting helical polypeptides (MDHPs)로 매개되는 Immunogenic cell death(ICD)를 보고하고, 이러한 MDHPs가 어떤 원리로 ICD를 유도하여 우수한 항종양 효과를 유도하고 면역 체크포인트 차단 요법과 시너지 효과를 발휘하여 확립된 종양을 파괴하고 항종양 면역반응을 유도하는지 연구한 논문임.</p> <p>[창의성혁신성] fluorinated mitochondria-disrupting helical polypeptides (MDHPs)로 매개되는 Immunogenic cell death (ICD)를 보고한 최초의 논문이며, 이러한 MDHP가 어떠한 원리로 ICD를 유도하고 항종양 효과를 불러오는지를 최초로 규명함.</p> <p>[학술적 기여] MDHPs의 나선형 구조와, 이러한 구조와 연관해서 유도되는 ROS 과잉 생산과 세포사멸 유도, 또한 이러한 산화적 스트레스에 의해 유발되는 ER stress 매개 ICD를 논리적으로 잘 규명하였고, 실제로 이를 생체 내에서 면역 체크포인트 차단 요법과 병용투여하여 세포 독성 T 세포 반응을 활성화하고 면역 억제 종양 미세 환경을 완화함으로써 종양 성장을 퇴행시키고 폐로의 전이를 방지하는 새로운 방식의 항종양 치료 전략을 제시함.</p>			
	석사		생물약제학/ 약물송달학	학술지 논문
				Self-Assembled Oligopeptoplex-Loaded Dissolving Microneedles for Adipocyte-Targeted Anti-Obesity Gene Therapy
				Advanced Materials
				published online
				0935-9648
				1
				202312
				doi.org/10.1002/adma.202309920
16	<p>[게재 학술지의 우수성] 제약 분야 상위 4위(상위 2%) SCIE급 학술지 (2022 IF = 15.6, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요 내용] 본 논문은 fluorinated mitochondria-disrupting helical polypeptides (MDHPs)로 매개되는 Immunogenic cell death(ICD)를 보고하고, 이러한 MDHPs가 어떤 원리로 ICD를 유도하여 우수한 항종양 효과를 유도하고 면역 체크포인트 차단 요법과 시너지 효과를 발휘하여 확립된 종양을 파괴하고 항종양 면역반응을 유도하는지 연구한 논문임.</p> <p>[창의성혁신성] fluorinated mitochondria-disrupting helical polypeptides (MDHPs)로 매개되는 Immunogenic cell death (ICD)를 보고한 최초의 논문이며, 이러한 MDHP가 어떠한 원리로 ICD를 유도하고 항종양 효과를 불러오는지를 최초로 규명함.</p> <p>[학술적 기여] MDHPs의 나선형 구조와, 이러한 구조와 연관해서 유도되는 ROS 과잉 생산과 세포사멸 유도, 또한 이러한 산화적 스트레스에 의해 유발되는 ER stress 매개 ICD를 논리적으로 잘 규명하였고, 실제로 이를 생체 내에서 면역 체크포인트 차단 요법과 병용투여하여 세포 독성 T 세포 반응을 활성화하고 면역 억제 종양 미세 환경을 완화함으로써 종양 성장을 퇴행시키고 폐로의 전이를 방지하는 새로운 방식의 항종양 치료 전략을 제시함.</p>			
17	석사	주승환	생물약제학/ 약물송달학	학술지 논문
				주승환, 김재현, 홍주형, 샤안 파크레이라히지, 김용희

					Dissolvable Self-locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy
					Advanced Materials
					35(10), 2209966
					0935-9648
					1
					202212
					doi.org/10.1002/adma.202209966
					[게재 학술지의 우수성] 재료 과학분야에서 국제적 최고의 명성을 갖는 SCI급 학술지인 Advanced Materials (2022 IF=29.3, Q1)에 발표된 논문 [주요내용] 피부암치료를 효과적으로 적용될 수 있는 면역항암치료제 (Anti-PD-1 항체) 및 면역조절제 (SD-208) 동시탑재 마이크로니들을 개발하였음. 마이크로니들은 기존마이크로니들의 형태를 개선하여 약물을 대량으로 탑재하고 피부에 효과적으로 삽입되기 위한 형태 (Self-locking)로 제작되었음. Self-locking microneedle은 기존 마이크로니들 대비 효과적인 약물전달효율을 보였고, 이를 바탕으로 효과적인 면역항암 치료효과를 피부암 동물모델을 통해 검증함. [창의성/혁신성] 본 연구는 기존 면역항암치료제의 한계점으로 지적되고 있는 종양미세환경 내부 면역억제 기작을 개선하기 위해 면역조절제를 동시에 피부암 조직에 전달하는 접근을 통해 효과적인 피부암 치료의 가능성을 제시하였음. [학술적 기여] 본 기술은 피부를 통해 직접적으로 약물을 전달할 수 있는 약물전달 시스템 중 경피흡수 마이크로니들 시스템을 이용해 효과적인 피부암 치료효과를 검증함. 이를 바탕으로 피부암의 기존 치료방식인 수술적 절제를 대체하여 간편한 부착형식의 패치약물전달을 통해 피부암 치료가 가능할 것으로 기대됨.
18	석박사통합		생물약제학/약물송달학	학술지 논문	Fatty Liver/Adipose Tissue Dual-Targeting Nanoparticles with Heme Oxygenase-1 Inducer for Amelioration of Obesity, Obesity-Induced Type 2 Diabetes, and Steatohepatitis
					Advanced Science
					9(33), 2203286
					2198-3844
					1
					202210
					doi.org/10.1002/advs.202203286
					[게재 학술지의 우수성] 재료과학 및 의약공학 분야에서 국제적 최고의 명성을 갖는 SCI급 학술지인 Advanced Science (2022 IF=15.1, Q1)에 발표된 논문 [주요내용] 비만치료를 위해 지방세포 선택적 전달이 가능한 Prohibitin targeting Sequence (PTS)를 생분해성 고분자기반 나노입자의 표면에 부착하고, 나노입자 내부에는 헴 산화효소 증강제를 봉입하여 지방세포 선택적 지방축적 억제 및 비만 유래 대사질환의 복합적 치료효과를 검증하였음. [창의성/혁신성] 본 연구는 한 번의 투여로 비만치료부터, 비알콜성 지방간염, 2형 당뇨 등 비만유래 대사질환을 극복할 수 있는 가능성을 제시하였음. 헴 산화효소의 증강은 지방세포수준에서 효과적인 비만치료가 가능하다는 것을 제시한 첫번째 논문임. [학술적 기여] 본 기술을 통해 비만의 치료부터, 비만유래 대사질환을 폭넓게 치료할 수 있는 효과적인 약물전달시스템을 개발하였다는 것에 의의가 있음.
19	석박사통합	김재현	생물약제학/약물송달학	학술지 논문	김재현, 홍주형, 강세영, 한희수, 김민정, 서유하, 김상진
					Engineering TGF-β inhibitor-encapsulated

					macrophage-inspired multi-functional nanoparticles for combination cancer immunotherapy
					Biomaterials Research
					9(33), 2203286
					2198-3844
					1
					202312
					doi.org/10.1186/s40824-023-00470-y
					[게재 학술지의 우수성] 생체의료공학 분야 상위 5위(상위 4.7%) SCIE급 학술지 (2022 IF = 11.3, Q1)에 게재된 논문임.
					[주요내용] 항암면역치료의 반응을 향상시키기 위하여 종양미세환경 내부의 암세포와 종양관련 대식세포를 동시에 표적하는 약물전달시스템을 개발하여 암세포의 증식, 전이 억제 및 항암면역치료 반응을 향상효과를 확인함.
					[창의성/혁신성] 본 연구는 항암면역치료의 반응을 향상시키기 위해 종양미세환경 내부로 효과적으로 침투하여 암세포와 대식세포의 TGF-beta 시그널을 저해시켰음.
					[학술적 기여] 본 기술을 통해 항암면역치료제중 면역관문억제제와의 병용투여를 위해 TGF-beta 저해제를 고려할 수 있다는 학술적 근거를 제시함. 더 나아가 활용된 나노입자가 초기 암환자(1기)부터 전이가 진행된 환자(3-4기)까지 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 사료됨.
20	석사		생물약제학/ 약물송달학	학술지 논문	
					Down-regulation of TNF-alpha via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis
					Journal of Controlled Release
					336, 344-353
					0935-9648
					1
					202108
					doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.022
					[게재 학술지의 우수성] 약제학 분야 상위 11위 (상위3.8%) SCIE급 학술지 Journal of Controlled Release (2022 IF=10.8, Q1)에 발표된 논문
					[주요내용] 급성 패혈증을 치료하기위한 유전자복합체 전달을 통해 효과적인 패혈증 치료효과를 확인함
					[창의성/혁신성] 본 연구는 패혈증 치료를 위해 siTACE 유전자를 TKPR-9R전달체와 함께 유전자복합체를 제작하여 효과적인 패혈증 치료 효과를 검증함.
					[학술적 기여] 본 기술을 통해 패혈증을 치료하기위한 유전자 전달 복합체를 개발한 첫 번째 사례가 됨. 이를 바탕으로 대식세포의 염증반응을 줄여 다양한 질환에 적용이 가능할 것으로 사료됨.
21	석사		생체/의료용 고분자	학술지 논문	
					Multi-Functional Polymer Nanoparticles with Enhanced Adipocyte Uptake and Adipocytolytic Efficacy
					Macromolecular . Bioscience.
					24(3) 2300312,
					1616-5187
					1
					202310

					doi.org/10.1002/mabi.202300312
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생체 재료 및 폴리머 분야 최고 저널 중 하나로 고분자 및 재료 과학과 생명과학 및 의학 전반을 다루는 학술지 (2022 IF = 4.6)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] 지방조직의 조절을 위해 개발된 나노입자는 R9 (Nona-arginine)을 통해 세포내 이입을 증가시키고, 리소좀 pH에서 이산화탄소 가스를 생성하여 체외 및 고지질 식이로 유발된 비만 쥐 모델에서 유의한 부작용 없이 효과적인 지방감소 효과를 확인.</p> <p>[창의성, 혁신성] 다기능 나노입자는 체내에서 이산화탄소 가스를 생성하여 체지방을 효과적으로 감소시키는 혁신적인 방법을 제시. 지방 세포와의 상호작용에 관한 새로운 이해를 제공함으로써 신약 개발 및 세포 흡수 메커니즘에 대한 통찰력을 제공.</p> <p>[학술적 기여] 세포 내 이입을 높인 다기능 나노입자의 개발은 나노의학 분야에서 새로운 치료법 개발에 대한 가능성을 제시. 또한, 나노입자의 흡수 메커니즘에 대한 이해를 향상시킴으로써 나노기술 및 세포생물학 분야에 대한 새로운 지식을 제공.</p>
22	석박사통합		구조생물학/ 생화학	학술지 논문	<p>A Dynamic Substrate Pool Revealed by cryo-EM of a Lipid-Preserved Respiratory Supercomplex</p> <p>ANTIOXIDANTS &amp; REDOX SIGNALING</p> <p>36(16-18), 1101-1118</p> <p>11523-0864</p> <p>1</p> <p>202204</p> <p>doi.org/10.1089/ars.2021.0114</p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생화학 분자생물학 분야 상위 상위 9.01% SCIE급 학술지 (IF = 8.4, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] 호흡 초복합체의 삼차구조를 활성형 상태에서 초저온 전자현미경 기법으로 규명하였고 이 구조를 통하여 새로이 발견된 기질통로 및 활성산소 조절 작용을 규명하였고 향후 관련질환의 치료제 개발에 중요한 정보를 제공함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 호흡초복합체의 삼차구조를 활성형상태로 규명하여 전자전달이 기질통로를 이용하여 이루어져서 활성산소 생산이 최소화됨을 규명함.</p> <p>[학술적 기여] 미토콘드리아의 호흡 초복합체는 생명체가 영양분을 섭취해서 만들어내는 NADH를 이용해서 생체에너지 형태인 ATP를 만들어내는 생명현상 및 대사의 핵심적인 단백질복합체인데 기존에는 이러한 초복합체가 존재하는 이유가 명확치 않았음. 본 연구로 전자전달에 특별한 기질통로가 사용되며 이러한 기질통로는 초복합체 상태에서 복합체사이의 전자전달을 용이하게 함으로써 대사효율성을 극대화하고 활성산소 생산을 최소화하는 기작을 규명하고 암, 치매등 관련질환들의 치료법을 제시함.</p>
23	석박사통합		구조생물학/ 생화학	학술지 논문	<p>Structural basis of transcription factor YhaJ for DNT detection</p> <p>iScience</p> <p>26(107984), 1-12</p> <p>2589-0042</p> <p>1</p> <p>202310</p> <p>10.1016/ j.isci.2023.107984</p>

<p>[게재 학술지의 우수성] Multidisciplinary sciences 분야 상위 14.1% SCIE급 학술지, Cell 자매지 (IF = 5.4, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] YhaJ 전사인자가 DNT 폭발물을 검출하는 기작을 단백질삼차구조 연구를 통해서 밝혀내고 이를 기반으로 효율적인 DNT 폭발물 검출을 위한 YhaJ 재설계 원칙을 제시함.</p> <p>[창의성, 혁신성] YhaJ 를 이용한 리포터 시스템을 이용하면 매설지뢰에서 증기로 확산되는 DNT를 검출하여 형광을 내게 하고 원거리에서 검출할 수 있으며 본 연구에서 YhaJ 의 폭발물감지 민감도를 향상시킬 수 있는 구조적 원칙을 제시함.</p> <p>[학술적 기여] YhaJ 가 DNT 를 감지하는 원칙을 규명함으로써 매설지뢰 바이오센서 개발에 공헌하였고 관련 전사인자가 리간드를 인식하는 기작 및 구조적 스위치 원칙을 규명하여 전사인자들을 사용하는 질환치료 및 바이오센서 설계 및 개발에 공헌함.</p>					
24	석사		생체/의료용 고분자	학술지 논문	Glycyrrhizin as a Nitric Oxide Regulator in Cancer Chemotherapy
					Cancers(Basel)
					13(22)
					5762
					1
					202111
					doi.org/10.3390/cancers13225762
<p>[게재 학술지의 우수성] 생명공학 분야에서 국제적 명성을 갖는 SCIE급 학술지 (2021 IF = 6.575, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] cancer chemotherapy에서 MDR 효과를 효율적으로 감소시키는 산화질소 조절제 및 MDR 억제제로서 글리시리진의 역할을 확인함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 기존 연구는 산화질소를 종양미세환경에 전달하는 방법에 중점을 뒀다면 본 연구는 산화질소를 글리시리진을 통해 산화질소의 생성과 농도를 조절하는 방법을 제시했다는 점에서 기존 연구와는 차별성을 가지며 cancer chemotherapy를 효율적으로 향상시킴. 더 나아가 글리시리진은 cancer chemotherapy에서 유망한 MDR 억제제가 될 수 있음을 본 연구를 통해 증명함.</p> <p>[학술적 기여] 종양미세환경에서의 산화질소는 부적절한 농도와 적절한 위치로의 전달이 어려워 제한되었는데 글리시리진을 사용하여 산화질소를 직접 전달하지 않고 산화질소의 생성과 농도를 조절할 수 있다는 점에서 학술적 의의를 가지고 있음. 이러한 연구 과정을 통해 바이오혁신인재를 양성하고 연구 역량을 키울 수 있음.</p>					
25	석사		분자세포 생물	학술지 논문	Optimizing Active Tumor Targeting Biocompatible Polymers for Efficient Systemic Delivery of Adenovirus
					Cells
					10(8): 1896
					2073-4409
					1
					202107
					doi.org/10.3390/cells10081896
<p>[게재 학술지의 우수성] 생화학 분야 상위 119위(상위 41%) SCIE급 학술지 (2021 IF = 7.7, Q1)에 게재된</p>					

<p>논문임.</p> <p>[주요내용] 항암 아데노바이러스의 전신투여 한계를 극복하기 위해 두가지 종류의 folic acid (FA)와 PEG 기반 나노물질로 표면을 감싼 바이러스 나노 복합체를 형성하여 암세포로의 형질도입 효율을 증가시키고, 전신투여를 통한 종양 표적 전달 효율을 향상함.</p> <p>[창의성, 혁신성] FA와 PEG 기반 나노물질로 바이러스 표면을 Masking 한 새로운 방식의 치료제를 통해 숙주의면역 반응을 회피하고, 기존 항암 아데노바이러스 치료제가 가진 전신투여에서의 한계점인 낮은 종양 내 누적을 극복함.</p> <p>[학술적 기여] 전신투여가 가능한 항암 바이러스 치료제는 다양한 전이성 종양 치료에서 의학적 필요를 갖기에, 나노입자를 활용하여 항암 아데노바이러스의 근본적인 전신투여 시 한계점을 극복한 본 연구는 충분한 학술적 의의를 띄고 있음. 더 나아가 활용된 FA와 PEG 기반 나노물질이 바이러스의 전신투여를 통한 종양으로의 전달에 적합한 전달체임을 밝혀 바이오의약품 전달체 활용에 크게 기여할 것으로 사료됨.</p>					
26	석사		분자세포 생물	학술지 논문	GM101 in Combination with Histone Deacetylase Inhibitor Enhances Anti-Tumor Effects in Desmoplastic Microenvironment
					Cells
					10(11):2811
					2073-4409
					1
					202110
					doi.org/10.3390/cells10112811.
					<p>[게재 학술지의 우수성] 생화학 분야 상위 119위(상위 41%) SCIE급 학술지 (2021 IF = 7.7, Q1)에 게재된 논문임.</p> <p>[주요내용] 우수한 종양 ECM 분해 특성을 지닌 항암 아데노바이러스인 GM101과 Histon deacetylase inhibitor(HDACi) 치료제의 병용투여를 통한 항종양효과를 향상하고, 임상 개발 가능성을 높임.</p> <p>[창의성, 혁신성] 우수한 종양 ECM 분해 특성을 지닌 항암 아데노바이러스인 GM101이 Histon deacetylase inhibitor(HDACi) 치료제와 병용투여 되었을 때 더 향상된 항종양 효능을 유도하는 기작을 최초로 밝힘.</p> <p>[학술적 기여] 종양용해성 아데노바이러스는 암 치료제로서의 유망한 특성에 인해 다양한 종류의 고형 종양에서 의학적 필요를 갖기에, 우수한 종양 ECM 분해 특성을 지닌 항암 아데노바이러스인 GM101과 Histon deacetylase inhibitor(HDACi) 치료제 병용투여를 통해 항암 아데노바이러스 치료제의 치료 효과를 높이고, 치료제의 임상 개발 가능성을 증가시킨 본 연구는 충분한 학술적 의의를 띄고 있음.</p>
27	석사		세포면역	학술지 논문	Systemic Treatment with Fas-Blocking Peptide Attenuates Apoptosis in Brain Ischemia
					International Journal of Molecular Sciences
					25(1), 661
					1422-0067
					2
					202401
					doi.org/10.3390/ijms25010661

<p>[게재 학술지의 우수성] 생화학 및 분자생물학 분야에서 국제적인 명성을 갖는 SCIE급 학술지에 발표된 논문(IJMS, IF=5.6, Q1)</p> <p>[주요내용] Fas 매개 세포사멸이 허혈성 뇌졸중에서 주요 원인으로 작용하므로, 이를 해결하기 위해 렙틴 유래 펩타이드를 통해 혈액-뇌 장벽을 극복하고, 폴리에틸렌글리콜을 이용하여 Fas 억제 펩타이드와 결합시킨 후, 뇌 내 Fas 발현 부위에 특이적으로 축적되는 것을 확인함. 이로써 세포사멸을 효과적으로 억제하여 신경세포 손상을 줄이고, 뇌 손상 부피를 감소시켰으며, 특히, 렙틴 수용체 결핍 쥐에 동일한 약물을 투여하여 렙틴 매개 전달임을 검증함.</p> <p>[창의성혁신성] 뇌전달 펩타이드 서열을 사용하여 전신투여한 점과 폐길화를 통해 약물의 반감기와 용해도를 증가시킨 점이 주목할 만함. 이러한 방법을 통해 약물이 뇌 내로 더 효과적으로 전달되었고, 폐길화는 약물의 생물학적 이용도를 향상시켰음.</p> <p>[학술적 기여] 혈관-뇌 장벽 돌파의 중요성을 강조하여, Fas 수용체가 세포사멸과 염증반응에 미치는 역할을 허혈성 뇌졸중 모델에서 상세히 밝혀냄. 뇌전달에 적합한 폐길화길이를 확인한 후, 해당 논문에서 사용된 뇌전달 펩티드 서열을 활용하여 전달체 플랫폼을 구성함으로써 다른 뇌질환의 치료 가능성을 시사하였음.</p>					
	박사		세포면역	학술지 논문	Systemic Treatment with Fas-Blocking Peptide Attenuates Apoptosis in Brain Ischemia International Journal of Molecular Sciences 25(1), 661 1422-0067 2 202401 doi.org/10.3390/ijms25010661
28	<p>[게재 학술지의 우수성] 생화학 및 분자생물학 분야에서 국제적인 명성을 갖는 SCIE급 학술지에 발표된 논문(IJMS, IF=5.6, Q1)</p> <p>[주요내용] Fas 매개 세포사멸이 허혈성 뇌졸중에서 주요 원인으로 작용하므로, 이를 해결하기 위해 렙틴 유래 펩타이드를 통해 혈액-뇌 장벽을 극복하고, 폴리에틸렌글리콜을 이용하여 Fas 억제 펩타이드와 결합시킨 후, 뇌 내 Fas 발현 부위에 특이적으로 축적되는 것을 확인함. 이로써 세포사멸을 효과적으로 억제하여 신경세포 손상을 줄이고, 뇌 손상 부피를 감소시켰으며, 특히, 렙틴 수용체 결핍 쥐에 동일한 약물을 투여하여 렙틴 매개 전달임을 검증함.</p> <p>[창의성혁신성] 뇌전달 펩타이드 서열을 사용하여 전신투여한 점과 폐길화를 통해 약물의 반감기와 용해도를 증가시킨 점이 주목할 만함. 이러한 방법을 통해 약물이 뇌 내로 더 효과적으로 전달되었고, 폐길화는 약물의 생물학적 이용도를 향상시켰음.</p> <p>[학술적 기여] 혈관-뇌 장벽 돌파의 중요성을 강조하여, Fas 수용체가 세포사멸과 염증반응에 미치는 역할을 허혈성 뇌졸중 모델에서 상세히 밝혀냄. 뇌전달에 적합한 폐길화길이를 확인한 후, 해당 논문에서 사용된 뇌전달 펩티드 서열을 활용하여 전달체 플랫폼을 구성함으로써 다른 뇌질환의 치료 가능성을 시사하였음.</p>				
29	석사		생체/의료용 고분자	학술지 논문	Three-dimensional printing of hyaluronate-based self-healing ferrogel with enhanced stretchability <i>Colloids and Surfaces B: Biointerfaces</i> 221(1), 113004 1873-4367

					1
					202301
					doi.org/10.1016/j.col sur fb.2022.113004
					<p>[게재 학술지의 우수성] 콜로이드 및 계면 관련 기초 및 응용을 다루는 주요 저널에 발표함(SCIE, 생물리학 분야 8위, IF 5.8).</p> <p>[주요내용] 천연고분자인 히알루론산 기반 하이드로젤 기반의 자성젤을 제조하고, 인장능 및 인성을 향상시킴. 또한, 자가 치유능을 부여하여 3D 프린팅 잉크로 사용하였고, 정교한 구조체 제작으로 연골조직 재생에 유용함을 증명함.</p> <p>[창의성, 혁신성] 기존 히알루론산 기반 자성젤의 낮은 인성이라는 한계점을 극복하고, 3D 프린팅을 이용하여 자기장 감응성이 있는 정교한 3차원 구조체 제작이 가능함을 증명함.</p> <p>[학술적 기여] 기존 자성젤의 낮은 기계적인 물성을 개선하였고, 자기장에 감응하는 체외환경을 모사할 수 있는 다기능성 하이드로젤 구조체를 개발함으로써 조직공학적으로 사용가능함을 제시하였음.</p>
30	석사	단백질 나노입자	학술지 논문		<p>Secured delivery of basic fibroblast growth factor using human serum albumin-based protein nanoparticles for enhanced wound healing and regeneration</p> <p>Journal of Nanobiotechnology</p> <p>21(1), 1-18</p> <p>1477-3155</p> <p>1</p> <p>202309</p> <p>doi.org/10.1186/s12951-023-02053-4</p>
					<p>[게재 학술지의 우수성] Journal of Nanobiotechnology는 피인용지수 10.2, 카테고리별 백분위 상위 7%의 국제적인 명성을 갖는 학술지임.</p> <p>[주요 내용] 대표적 조직재생인자인 bFGF 단백질의 짧은 반감기(8시간 이하)와 같은 낮은 안정성을 극복하고 그 효능을 극대화 하기 위해 단백질나노입자 형태로 구현하여 약물을 안정하고 안전하게 전달함. 피부조직재생에 소요되는 2주동안 bFGF 단백질이 안정적으로 공급되었으며 질적으로 우수한 조직 회복이 이루어짐.</p> <p>[창의성혁신성] 전달하고자 하는 약물의 안정성을 크게 증대시키고 자체적으로 장기간 지속적인 공급이 가능하도록 만든 신개념 약물전달플랫폼.</p> <p>[학술적 기여] 단백질나노입자 기반의 약물전달시스템은 목적하는 대상 질병과 그에 따라 전달하고자 담지하는 카고(cargo) 단백질을 달리하면, 그 적용 분야가 무궁한 플랫폼.</p>
총 참여대학원생 수	석사		289	제출 요구량	30
	박사		18		
	석박사통합		150		
	계		457		

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-6> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 학술대회 발표실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	석박사통합		포스터	김은형, 신흥수 Biomimetic composite gelatin methacryloyl hydrogels for improving survival and osteogenesis of human adipose derived stem cells in 3D microenvironment 2023 조직공학재생의학회 아시아-태평양 대회 tissue engineering and regenerative medicine international society 1 202310 (홍콩, 홍콩)
2	석박사통합		구두	허승재, 이진규, 신흥수 Engineering 3D tissue with mineralized decellularized extracellular matrix (dECM) for bone tissue regeneration International Conference on Biofabrication 2022 International Society of Biofabrication (ISBF) 2 202209 (몬테카티니, 이탈리아)
3	석사		구두	이정복, 이상민, 신흥수 Fabrication of 3D adipose tissue using engineered composite spheroids International symposium of materials on regenerative medicine, 2023 Taipei medical university 2 202309 (타이페이, 대만)
4	석박사통합		구두	이상민, 신흥수 Fabrication of 3D vascularized fat tissue using co-culture spheroid-laden 3D PCL scaffold with GelMA hydrogel 2023 조직공학재생의학회 아시아-태평양 대회 Tissue engineering and regenerative medicine international society 1 202310 (홍콩, 홍콩)
5	석사		구두	황태연, 변하연, 신흥수 Multi-funcional hydrogels incorporating mineral-coated composite nano-fibers with magnetic nanoparticles for photothermal therapy and bone tissue regeneration

				2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의 Biomaterials and controlled releases society 2 202309 (대만, 타이페이)
6	석박사통합		구두	정혜우, 변하연, 신희수 Multi-functional tannic acid-magnesium nanoparticles for osteoimmunomodulation and vascularization of bone defects 2023 조직공학재생의학회 아시아-태평양 대회 Tissue engineering and regenerative medicine international society 2 202310 (홍콩, 홍콩)
7	석박사통합		구두	한유진, 변하연, 신희수 Nanocomposite hydrogels containing immunomodulatory strontium-tannic acid nanoparticles for vascularized skin tissue regeneration 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의 Biomaterials and controlled releases society 2 02308 (대만, 타이페이)
8	석박사통합		구두	김세정, 신희수 One-step Harvest and Delivery of Honeycomb-shaped Microtissues Using Temperature-responsive Hydrogel SFB 2021 annual meeting Society for biomaterials 1 202104 (online) doi.org/10.1016/j.actbio.2021.02.009
9	석박사통합		포스터	변하연, 신희수 Osteoinductive and ROS scavenging extracellular matrix mimetic mineral fibers for bone regeneration TERMIS 6th world congress Tissue engineering and regenerative medicine international society 2 202111 (online) doi.org/10.1016/j.actbio.2021.02.009
10	석박사통합		구두	이은진, 이진규, 신희수 Spheroids-laden hydrogel with spatially confined delivery of signaling molecules for engineering 3D complex tissue Biomaterials and controlled releases society

				2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제 어방출학회 연례회의
				2
				202308 (대만, 타이페이)
				doi.org/10.1089/ten.tea.2023.0299
11	석박사통합		구두	Su Im Choi, In Young Lee, Young Kyoung Han, Eun Ju Jeong, Kuen Yong Lee
				Enhanced Cellular Uptake of Ligand-Modified Gas-Generating Polymer Nanoparticles
				The 48th World Polymer Congress (IUPAC-MACRO2020+)
				The International Union of Pure and Applied Chemistry
				2
				202105 (제주, 대한민국)
12	석사		포스터	Chunggo Kim, Minju Kim, Kuen Yong Lee
				Carbon dioxide gas-generating PEG-based micelles for adipocytolysis
				The 32nd Annual Conference of the European Society for Biomaterials (ESB2022)
				European Society for Biomaterials
				2
				2022090 (보르도, 프랑스)
13	석박사통합		포스터	In Young Lee, Yu Rim Bae, Eun Ju Jeong, Kuen Yong Lee
				Surface-functionalized polymer nanoparticles for localized fat reduction
				The 32nd Annual Conference of the European Society for Biomaterials (ESB2022)
				European Society for Biomaterials
				2
				2022090 (보르도, 프랑스)
14	석사		포스터	Suim Choi, Yu Rim Bae, Kuen Yong Lee
				Cell-penetrating peptide-modified nanoparticles for enhanced adipocyte uptake
				The 32nd Annual Conference of the European Society for Biomaterials (ESB2022)
				European Society for Biomaterials
				2
				202209 (보르도, 프랑스)
15	석사		포스터	Minhyung Kong, Hyun Seung Kim, Kuen Yong Lee
				Stretchable Ferrogel Prepared with Hyaluronic Acid for Biomedical Applications
				2023 TERMIS-AP CONFERENCE
				TERMIS-AP
				2
				202310 (홍콩, 홍콩)

16	석박사통합		포스터	Chunggoo Kim, Yun-chan Lee, Kuen-Yong Lee
				Adipocytolytic Effect of Carbon Dioxide Gas-Generating Polymer Micelles
				2023 TERMIS-AP CONFERENCE
				TERMIS-AP
				2
				202310 (홍콩, 홍콩)
17	석박사통합		포스터	Hyun Seung Kim, Kuen Yong Lee
				Three-dimensional bioprinting of self-healing hydrogel with enhanced toughness
				2023 TERMIS-AP CONFERENCE
				TERMIS-AP
				1
				202310 (홍콩, 홍콩)
18	박사		포스터	Chuanyu Zhuang
				Cell membrane nanoparticles for therapy of inflammatory lung disease
				2023 TERMIS-AP Conference
				TERMIS-AP
				1명
				202310 (홍콩, 홍콩)
19	석박사통합		포스터	Youngki Lee, Junkyu Ha, Minkyung Kim, Minhyung Lee
				Intranasal delivery of mixed nano-micelles for enhanced glioblastoma targeting gene therapy
				32nd Annual Conference of the European Society of Biomaterials
				The European Society of Biomaterials
				3
				202209 (보르도, 프랑스)
20	석사		포스터	김지윤, 장선미, 이동윤
				DEVELOPMENT OF LIGHT-SENSITIVE OXYGEN GENERATING BIOMATERIALS USING CHLOROPLAST-TRANSIT-PEPTIDE FOR SUSTAINED CELLULAR RESPIRATION IN TISSUE-ENGINEERED CELLS
				Bio-Inspired Nanomaterials
				Nature Conference
				1
				202111 (서울, 한국)
21	석사		포스터	김민수, 김형식, 박석찬, 박시진, 황혜현, 이동윤
				BRANCHED PEG CONJUGATION ENHANCES THERAPEUTIC EFFECT OF GLYCYRRHIZIN FOR LIVER ANTICANCER MEDICINE
				Bio-Inspired Nanomaterials
				Nature Conference
				2
				202111 (서울, 한국)

22	박사		포스터	프실리아 리아, 민재홍, 이동윤
				Peptide-Glycyrrhizin Conjugate as Dual Actions Agent for Obesity Therapeutic Application
				TERMIS-AP HONG KONG CONFERENCE 2023
				TERMIS-AP
				1
				202310 (홍콩, 홍콩)
23	석박사통합		구두	장선미, 이재빈, 유채림, 김형식, 최기명, 이동윤
				Surface modification of alginate-based microcapsules using ethylamine-bridged EGCG dimer improves structural stability and supports islet-xenograft survival
				IPITA-IXA-CTRMS Joint Congress 2023
				IPITA-IXA
				2
				202310 (SAN DIEGO, USA) 10.1097/01.tp.0000994632.15728.7b
24	석박사통합		구두	유채림, 장선미, 김지윤, 이동윤
				Hyperoxygenation of chloroplast in hydrogel composed of alginate-peptide conjugate for successful pancreatic islet transplantation
				IPITA-IXA-CTRMS Joint Congress 2023
				IPITA-IXA
				3
				202310 (SAN DIEGO, USA) 10.1097/01.tp.0000994660.33037.81
25	석박사통합		포스터	홍주형, 송윤성, 최희경, 샤안 파크레이라히지, 김용희
				Amelioration of rheumatoid arthritis via RNA-i mediated suppression of TNF- $\alpha$ converting enzyme
				CRS 2021 Virtual Annual Meeting
				Controlled Release Society
				1
				202111 (online) doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.11.041
26	석박사통합		포스터	김재현, 홍주형, 샤안 파크레이라히지, 김용희
				Ferritin-based dual-functional nanoparticle for tumor-associated macrophage targeted cancer immunotherapy
				CRS 2022 Annual Meeting & Expo
				Controlled Release Society
				2
				202310 (SAN DIEGO, USA) doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.11.041
27	석사		포스터	서유하, 김재현, 샤안파크레이라히지, 김용희
				3D Printer-based Microneedles loaded with TGF- $\beta$ inhibitor and aPD-L1 for Cancer Immunotherapy.
				CRS 2023 Annual Meeting & Expo
				Controlled Release Society

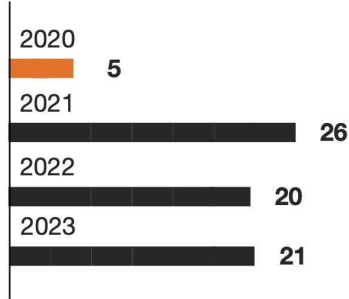
				1	
				202307 (Las Vegas, USA)	
				doi.org/10.1002/adma.202209966	
28	석사		포스터	김민정, 김지수, 홍주형, 김용희	
				Prohibitin-targeting nanomedicine for obesity-induced metabolic syndromes via hemoxygease-1 overexpression in liver and adipose tissue simultaneously	
				CRS 2023 Annual Meeting & Expo	
				Controlled Release Society	
				3	
				202307 (Las Vegas, USA)	
				doi.org/10.1002/adv.202203286	
29	석사		포스터	Subin Kang	
				Modified exosome carrier for targeted gene delivery of glioblastoma	
				2023 TERMIS-AP Conference	
				TERMIS-AP	
				1	
				202310 (홍콩, 홍콩)	
30	석사		포스터	Minji Kang	
				Delivery of antisense oligonucleotide to lung cell using mixed peptide micelle	
				2023 TERMIS-AP Conference	
				TERMIS-AP	
				1	
				202310 (홍콩, 홍콩)	
총 참여대학원생 수		석사	289	제출 요구량	30
		박사	18		
		석박사통합	150		
		계	457		

### ○ 참여대학원생 연구 실적의 우수성

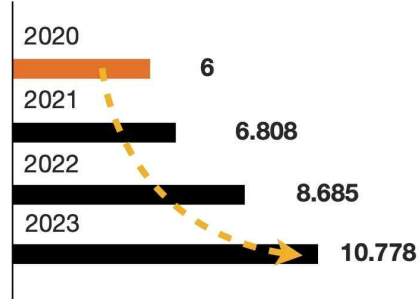
#### □ 연구논문 역량 향상

- 연구단은 사업개시 이후, 2024년 2월까지 3년 6개월 동안 79건의 학생 참여 논문을 출판하였음.
- 연도별 학생참여 논문 수는 평균적으로 20편이 넘는 편수를 안정적으로 유지하고 있는데, 연도별 신입생 숫자가 26여명인 것을 고려하면, 논문의 양적인 측면은 1인당 1편 정도에 근접하는 수준으로 매우 높은 수준에 달했다고 할 수 있음.
- 본 연구단은 연구역량의 목표로 연구논문의 질적인 향상을 정하였으며, 이를 위한 지표 중에 하나가 논문 편당 impact factor임. 사업기간 동안의 논문들 전체의 평균 impact factor는 8.179로 사업 시작 전 직전 5년간(2016-2020)의 참여교수 전체 논문 평균 impact factor인 5.079에서 크게 질적인 향상을 달성하였음.
- 사업기간 내 연도별 impact factor를 고려하면, 2020년 6에서 매년 성장하여, 2023년에 10.778로 증가하였음. 이는 논문의 질적 성장을 실질적으로 달성하였음을 보여줌.

학생참여 논문발표				
	2020	2021	2022	2023
학생참여 논문건수	5	26	20	21
평균 IF	6	6.808	8.685	10.778



논문수: 연평균 20건 이상의 학생 논문을 출판



IF 10: 학생참여 논문의 연평균 IF 10 돌파



BK21 교육연구단(팀) 우수사례



BK21 교육연구단(팀) 우수사례



[홍주형(좌), 김민경(우) 발표 논문의 한양대 BK21 교육연구단 우수사례 선정 (출처: BK21 FOUR 웹진)]

□ 학회 발표실적의 우수성

- 참여학생들은 총 160건의 학회발표를 하였음(국제학회발표 57건, 국내학회발표 103건).
- 국내학회 발표와 국제학회 발표는 사업이 진행되는 과정에서 점차 증가 추세를 보여줌. 특히, 2020년에는 COVID-19으로 인하여 국제학회 발표가 없었으나, 이후 기존보다도 크게 증가하는 모습을 보여줌.
- 학회발표의 질적인 측면에서도 구두발표의 비율이 2022년에 주춤하였으나, 2023년에 크게 증가하며 증가추세를 유지하고 있음. 2023년도 국내학회에서의 구두발표 비율은 24.3%이며, 국제학회에서의 구두발표 비율은 29.6%임. 국제학회에서의 구두발표 비율이 더 높으며, 이는 즉 국제학회발표의 질적 우수성을 반영하고 있음.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-7> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 이공계열 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	실적 종류	특허, 기술이전, 창업 실적 상세내용
1	석박사통합		특허	이상민, 신흥수, 사지쉬쿠마르
				에피갈로카테킨 갈레이트가 코팅된 고분자 복합체의 제조방법 및 상기 방법에 따라 제조된 고분자 복합체
				대한민국
				10-2181502
				202008
2	석박사통합		특허	변하연, 장규남, 신흥수
				폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체
				대한민국
				10-2440783
				202209
3	석박사통합		특허	이근용, 김현승
				이중 가교된 자가치유 하이드로젤
				대한민국
				10-2409731
				202206
4	석박사통합		특허	김형식, 이승재, 이동윤
				Lactoferrin-conjugated nanoparticle complex and use thereof
				미국
				11,369,425 B2
				202203
5	석박사통합		특허	윤석범, 김재현, 정지영, 김성수, 라세희, 김용희
				이중표적 지질-폴리머 하이브리드 나노입자
				대한민국
				10-2552061
				202307
6	석사		기술이전	이근용, 이해원
				지방산 도입 고분자 나노 입자 및 이의 용도
				(주)슈퍼노바바이오
				11,000,000원
				202102
7	박사		기술이전	임태연, 이민형, 김성일
				양친성 펩타이드를 이용한 수용성 항원의 미립자화 방법
				(주)알티엠
				20,000,000원
				202308

8	석박사통합		기술이전	이상경, 이유종, 편선희, 김채연, 정성은, 박성준	
				Fas 신호전달 억제용 펩타이드를 포함하여 황반변성 예방 또는 치료용 조성물	
				시그넷바이오텍	
				37,400,000	
				202111	
총 이공계열 참여대학원생 수		석사	289	제출 요구량	30
		박사	18		
		석박사통합	150		
		계	457		

### ○ 참여대학원생 특허 및 기술이전 실적의 우수성

#### □ 학생 특허실적의 우수성

- 사업기간 중, 학생참여 특허 등록건수는 총 5건, 기술이전건수는 3건임. 이 중에서 4건의 특허는 대한민국 특허이며, 1건의 특허는 미국특허임.
- 학생참여 연구의 미국특허 등록은 연구내용의 질적 우수성을 국제적으로 인정받았다고 할 수 있음.

### 대표적 특허실적의 우수성

참여학생	특허명	에피갈로카테킨 갈레이트가 코팅된 고분자 복합체의 제조방법 및 상기 방법에 따라 제조된 고분자 복합체
		<p>[특허의 우수성] 바이오의약 관련 고분자 복합체 제조와 관련된 특허임. 본 특허와 관련하여 5편 이상의 논문도 게재하는 성과를 나타냄.</p> <p>[주요 내용] 고분자 재료에 생체적합성을 가지는 에피갈로카테킨 갈레이트를 금속 양이온을 활용하여 코팅하는 방법을 발명하였고, 이를 활용하여 난용성 고분자 재료 표면 코팅을 통해 생체적합성 재료로 기능화시킬 수 있음.</p> <p>[창의성 및 혁신성] 고분자 재료의 대부분이 세포친화적이지 못하여 생체적합성 문제를 해결하고자 하는데, 본 특허는 이를 간단한 코팅 방법을 통해서 해결할 수 있다는 점에 의의가 있음.</p> <p>[학술적 기여] 바이오의약품 개발에 있어서 이식재료는 생체적합성이 가장 중요하고, 이식할 때 형태를 보존하기 위해 고분자 재료를 많이 활용하게 되는데, 본 특허를 통해 간단한 코팅 방법을 통해서 고분자 기반 재료의 생체적합성을 향상시킨다면 이식 재료 개발 분야에서 활용 가치가 높아질 수 있다는 점에서 의의가 있음.</p>
참여학생	특허명	폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체
		<p>[특허의 우수성] 금속과 폴리페놀의 종류 및 농도를 다양하게 교체하여 그 활용도가 높음. 뿐만 아니라 그 반응시간이 짧고 생활성물질의 도입이 가능하여 바이오의약 분야에 크게 기여할 것이라 생각됨.</p> <p>[주요내용] 모의 체액에 폴리페놀을 혼합하여 나노 크기의 바이오미네랄 입자를 형성하는 방법임.</p> <p>[창의성, 혁신성] 본 발명은 폴리페놀과 금속이온 사이에 자발적 결합이 형성되는 것을 기반으로함. 생체친화적인 조건에서 반응이 진행되어 기존 바이오미네랄 형성 기법의 한계였던 생활성물질 도입 불가능성과 긴 반응시간을 극복할 수 있는 방안임. 이는 효율이 높고 간단하며 항산화 작용을 할 수 있어 염증조절 골이식재 개발에 활용될 수 있음.</p> <p>[학술적 기여] 나노 및 마이크로 크기의 입자기반 골이식재, 골 유착 및 유도능이 향상된 임플란트 재료 등으로의 의학적 활용성이 높아, 의약품 개발 과정에서 널리 사용될 것이라 예상됨.</p>

참여학생		특허명	이중 가교된 자가치유 하이드로젤
<p>[주요 내용] 손상된 조직 또는 장기를 대체하기 위한 조직공학적 접근법에서 하이드로젤은 세포 전달에 유용한 소재로 관심을 받고 있음. 특히, 복잡한 구조의 생체조직을 모방할 수 있고, 충분한 기계적 물성과 안정성을 가지는 하이드로젤 개발의 필요성이 증가하고 있음. 본 발명은 이중가교가 가능한 자가치유 하이드로젤 조성물 및 이를 이용하여 제조된 자가치유 하이드로젤의 생명공학적 용도를 제안하고 있음.</p> <p>[창의성, 혁신성] 기존의 자가치유 하이드로젤은 기계적 강도가 약하고 생체 내에서 형태를 장시간 유지하지 못함. 본 발명은 이러한 한계점을 뛰어 넘을 수 있는 제조법을 발명하여 안정성이 높으면서도 자가치유 특성을 가지는 하이드로젤 제조 방법을 제안함.</p> <p>[기술적 기여] 이중가교 자가치유 하이드로젤은 기계적 물성과 안정성이 우수하고, 자가치유 특성이 있어 약물 및 세포 전달용 하이드로젤, 3D 바이오프린터용 조성물로 유용하게 사용될 수 있음.</p>			
참여학생		특허명	Lactoferrin-conjugated nanoparticle complex and use thereof
<p>[우수성] 뇌종양의 표적화 및 생체 이용률이 향상된 나노입자 복합체를 개발하여 경구 투여가 가능하며 뇌종양 치료에 효과를 확인함. 특히, 본 발명에 따른 나노입자 복합체는 경구흡수를 통해 뇌종양을 표적으로 삼을 수 있으며 광열치료가 가능하여 뇌종양 치료에 매우 효과적이며 경구 흡수율이 낮다는 문제점을 해결할 수 있음.</p> <p>[주요내용] 락토페린 결합된 금속 나노입자 복합체를 제조하여 뇌종양 조직에 효율적으로 표적화시킬 뿐만 아니라 생체 내 조건 속에서도 금속 나노입자의 안정성이 유지될 수 있음을 확인하였음.</p> <p>[창의성·혁신성] 폴리에틸렌 글리콜-락토페린을 결합하여 나노입자를 뇌종양 조직에 효율적으로 표적화시키고 산성 조건 속에서도 금속 나노입자의 안정성이 유지될 수 있음을 확인함. 기존 연구는 경구 흡수율이 낮아 치료제로서의 활용에 제약이 있다는 한계점을 극복하여 기존 연구와 차별성을 가짐.</p> <p>[학술적 기여] 이는 뇌종양의 치료에 있어 근본적으로 접근하여 표적화하여 치료할 수 있음을 나타내었음. 또한, 뇌종양 치료제 뿐만 아니라 바이오의약 관련 분야에 광범위한 활용성이 높으며 기존 연구의 한계 등으로 이 분야에 대한 연구가 활발하지 않은 상황에서 학술적 의의가 있음.</p>			
참여학생		특허명	이중표적 지질-폴리머 하이브리드 나노입자
<p>[주요내용] 본 기술은 급성 골수성 백혈구에 상당 발현되어있는 CD64 표적 가능한 항체를 약물 표적전달을 위한 생분해성 고분자/ 지질 기반 나노입자를 제작함</p> <p>[창의성·혁신성] 급성 골수성 혈액암 치료를 위해 급성 골수성 단핵구 표적 항체를 생분해성 고분자 기반 나노입자의 표면에 부착하여 효과적인 단핵구 선택적 표적능을 확인함</p> <p>[학술적 기여] 급성 골수성 단핵구를 선택적으로 표적하기위한 약물 전달 시스템을 개발했다는 것에 의의가 있음. 이 시스템을 활용하여 다양한 약물을 골수성 단핵구에 전달시킬 수 있을것으로 기대됨.</p>			
참여학생		기술이전명	지방산 도입 고분자 나노 입자 및 이의 용도
<p>[주요 내용] 생체친화성 바이오 나노소재를 이용하여 국소 지방분해를 위한 보완재 개발을 추진하였고, 나노소재에 도입되는 지방산 종류와 이에 따른 세포 사멸 효과의 확인 및 최적화를 진행하였음.</p> <p>[창의성, 혁신성] 표면에 지방산이 도입된 이산화탄소기체 발생형 나노입자를 이용하여 지방세포 내로의 이입률을 향상시키고 세포사멸을 유도함으로써 안전하고 효율적인 비만 치료제를 개발함. 기업의 기술수요를 충족시킬 수 있는 기술개발 및 기술이전을 통하여 산업선도형 산학협력 실현.</p> <p>[기술적 기여] 다양한 약물전달에 응용 가능한 지방산-고분자 나노입자 기반의 혁신적인 바이오의약 개발 연구를 수행하였음. 특히, 이산화탄소 가스 생성에 의하여 부작용을 최소화하고 치료효능을 극대화시킬 수 있는 치료제 개발 연구를 수행하여 특허 출원 및 기술 이전의 성과를 거두었음.</p>			
참여학생		기술이전명	양친성 펩타이드를 이용한 수용성 항원의 미립자화 방법
<p>[주요내용] 코로나팬데믹 사태에서 우리는 아직까지도 감염성 질환에 있어 가장 효과적인 대책은 백신이며,</p>			

백신 플랫폼이 매우 유용함을 확인할 수 있었음.

[창의성·혁신성] 본 특허는 10개 내외의 아미노산으로만 구성된 두종류의 펩타이드를 섞어 줌으로서 항체를 유도할 수 있는 백신을 제작하는 기반기술에 대한 것으로 물에 녹으면 표면에 양전자를 띠는 마이셀을 형성하는 양친성 펩타이드와 음전하를 띠는 합텐 펩타이드(역시 10개 내외의 아미노산으로 구성)를 섞어 주사하면 합텐 펩타이드 부위에 대한 항체가 형성되는 일종의 펩타이드 플랫폼 기술임.

[학술적 기여]따라서 이를 이용하면 mRNA백신보다 안정하고 보관 및 이동이 용이하면서도 빠르고 저렴하게 그리고 매우 정확한 타겟부위만을 공격하는 항체를 체내에 유도할 수 있는 장점이 있음. 이에, 항체전문 벤처회사인 (주)알티엡에서 특허 등록 이전이지만, 기술을 이전받기를 희망, 한양대학교 산학협력단의 기술을 (주)알티엡에 이전함. 김성일 학생은 발명자로 특허에 참여하여 기술이전에 따른 기술비 일부를 산학협력단으로부터 받음

참여학생		기술이전명	Fas 신호전달 억제용 펩타이드를 포함하여 황반변성 예방 또는 치료용 조성물
<p>[주요내용] 세포 사멸시 세포막에 발현하는 Fas에 결합하여 세포 사멸을 제어하는 Fas Blocking Peptide (FBP, 8mer)를 점안액 제형으로 만들어 황반변성이 유도된 동물모델에 안약으로 투여시 안구 내 망막세포에 도달하여 망막세포의 사멸 제어와 Fas-FasL (soluble form)의 결합에 의하여 발생하는 염증을 제어하여 망막세포 사멸과 안구 염증에 의하여 발생하는 황반변성을 치료가 가능한 신약을 개발하였음.</p> <p>[창의성혁신성] 세포사멸에 관여하는 Fas-FasL 결합을 제어하는 FBP 펩타이드를 점안제로 만들어 마우스모델에서 황반 변성이 완화됨을 확인하였으며 또기모델에서도 치료 효능을 확인하였음. 이는 기존의 주사제형의 치료제 투입과 비교하여 혁신적인 발명임.</p> <p>[학술적 기여] 본 연구에서는 FBP 펩타이드가 안구장벽을 투과할 수 있도록 자체개발된 Cell penetrating peptide (CPP)를 사용하여 타 연구자가 응용가능함.</p>			

### 3.2 참여대학원생 연구 수월성 증진 실적

#### ○ 우수 연구실적 대학원생 포상

- 연구단은 매년 12월에 우수 연구결과를 공모하여 접수함. 당해연도에 발표된 논문의 질적 우수성을 평가하여 우수 연구를 선정함.
- 우수 연구 대학원생은 우수 논문상과 특별성과급(장학금)을 지급하였음.
- 우수성과에 대한 홍보효과 및 지속적 우수 연구성과 창출의 동기를 부여하였음.

대학원생 우수논문상 포상 실적		
연도	수상인원	논문게재 학술지
2020	4	Biofabrication, Advanced Science, Journal of Controlled Release, Journal of Industrial and Engineering Chemistry
2021	7	Journal of Controlled Release, Antioxidants and Redox Singnaling, Biofabrication, Acta Biomaterialia, Biomedicines, Journal of Biomeical Materials Research, Cancers, Nanoscale
2022	6	Advanced Materials, Advanced Science, Journal of Drug Targeting, Bioengineering & Translational Medicine, Carbohydrate Polymers, Acta Biomaterialia
2023	3	Advanced Materials, Tissue Engineering, Journal of Controlled Release



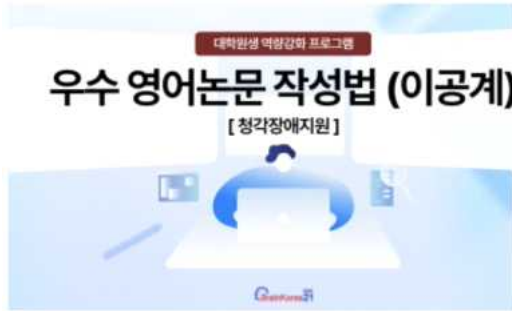
[대학원생 우수 논문 시상 장면]

#### ○ 연구역량 향상을 위한 교육과정 개발

- 바이오의약 신산업 분야에 대응하는 우수한 교과과정을 제공하여, 생명공학분야의 글로벌 융합인재로 성장할 수 있도록 특화된 트랙기반의 교과목을 제공함.
- 학생주도 설계과목을 개설하여 심화된 학습이 가능하도록 지원함.
- 생명공학실험학을 의무적으로 이수하도록 하여, 연구수행에 필수적인 실험기술을 습득하도록 지원
- IC-PBL+ 9개 과목을 제공하여, 학생들의 관심분야에 밀접한 과목을 자율적으로 선택하여, 산업계의 문제를 파악하고 해결할 수 있는 능력을 배양하도록 지원함.
- 대학원세미나를 정기적으로 개최하여, 관련 분야의 최신 연구동향과 산업계 개발동향을 제공하였음.
- 대학 본부에서 운영하는 비교과과정 (연구역량강화프로그램 등) 참여 기회를 제공하였음.

## 대학원 세미나 현황 (2020년 2학기 ~ 2023년 2학기)

초청연자 소속	기업체	학교	연구기관	합계
초청연자수	19명	38명	4명	61명
연자소속 비율	31%	62%	7%	100%



**[청각장애지원] 우수 영어논문 작성법(이공계)**

[청각장애지원] 우수영어논문 작성법(이공계) 콘텐츠를 수화 화면이 함께 제공됩니다....



**[BK-TED] 교육분야의 실험연구 기초 설계 및 작성**

[BK-TED] 박사후연구원 및 박사과정생들이 참여하여 이들이 가진 지식과 노하우를 보다 많은 대학원생들에게 나눠주고 이를 통해 견고...

[대학본부에서 제공하는 연구역량강화 프로그램]

### ○ 연구환경의 개선

#### □ 연구 몰입을 위한 환경 조성

- 경제적 지원 확대: BK21 FOUR 장학금 외에 등록금 감면 장학금 수령인원의 확대 및 대학본부의 지원에 의한 RA/TA 장학금 제공. 연구 프로젝트에 의한 인건비 지급 등 경제적 지원을 확대하여, 대학원생들이 연구에 몰입할 수 있는 경제적 지원을 강화
- 연구 인프라 개선: 연구기기를 추가 확보하여 연구수행 인프라를 개선하였고, 대학원생 휴게실을 확보하여 학생들의 휴식 및 식사 공간을 제공하였음.

#### □ 국제교류 기회의 확대

- 국제 저명 과학자 초빙강연: 사업기간 동안 15건의 해외학자 특강 및 세미나를 진행하였음.
- 국제공동연구의 기회를 제공함으로써, 글로벌 생명공학 연구의 수준을 직접 경험할 수 있도록 함.
- 외국 연구기관에 장기 해외연수를 지원하여, 선진 연구기술과 주제에 대한 습득이 가능하도록 지원하였음. 2024년 2월까지 2건의 해외장기연수를 지원하였음.
- 우수 외국인 유학생 유치: 대학본부 교비에서 지원하는 한양 우수 외국인 장학금을 활용하여 기간내 총 7명의 우수한 외국인 학생을 유치하였음. 특히, 7명의 외국인 학생 중에서 6명의 학생은 박사 및 석박사통합 과정으로 입학하여, 고급 학위과정의 지원자의 비율이 높음.

외국인 대학원생 유치 실적				
학생	국적	졸업대학	지도교수	학위과정
	프랑스	Paul Sabatier University	윤채옥	박사과정
	베트남	Da Nang University of Medical Technology and Pharm Pharmacy	윤채옥	박사과정
	중국	Qigihar University Biotechnology	이민형	박사과정
	인도네시아	Institut Teknologi Bandung (ITB)	이동운	박사과정
	중국	Huazhong University of Science and Technology Biopharmaceuticals	윤채옥	석박통합과정
	중국	성균관대학교	윤채옥	석박통합과정
	중국	Northeast Agricultural University Applied Biological Science	신흥수	석사과정

□ 우수 연구결과에 대한 학회발표 지원

- 국내외 관련 학회에서의 연구 발표를 기회를 제공하고, 해외 학회의 경우에는 참가비 및 체류비를 모두 지원하여 국제적 학회 참여를 독려함. 연구단의 개시 이후, 2024년 2월까지 총 160건의 국내외 학회 발표 실적을 달성하여, 참여 대학원생들이 적어도 1회 이상의 학회 발표 기회를 지원하였음.

참여대학원생의 학회발표 현황			
	총건수	구두발표건수	구두발표 비율
국내 학회 발표	103건	17건	16.5%
국제 학회 발표	57건	15건	26.3%
합계	160건	32건	20.0%

#### 4. 참여교수의 교육역량

##### 4.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-8> 해당 신산업분야 문제해결을 위한 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	참여기간 (YYYYMMDD- YYYYMMDD)	연구자등록 번호	세부전공분야	대학원 교육 관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/ 인터넷 주소 등
1	이민형	20200901~20240228	10091014	핵산생화학	생화학특론2	
	<p>뇌질환 치료 바이오의약품 개발 기업인 ‘시그넷바이오텍’에서 제시한 뇌로의 약물전달기술 설계에 대한 수업을 진행함. 학생들은 자료수집과 실험 등을 기반으로, 뇌로의 바이오의약품 전달 효율을 개선하기 위한 새로운 전달체 및 전달기술의 개발을 설계함.</p> <p>기존의 뇌표적형 약물전달기술을 조사하고, 각 표적 뇌질환의 생리학적 특징들을 분석하여, 질병에 맞는 약물전달체 기술을 설계함. 이 수업의 결과물로서 1) 뇌-혈관 장벽을 우회하는 비강투여에 적합한 나노복합체, 2) 뇌-혈관 장벽을 투과하는 리간드를 부착한 고분자/펩타이드 형태, 3) 엑소좀과 같은 생체유래의 나노소낭을 이용하는 방법들이 제시되었음. 특히, 나노소낭의 경우는 뇌질환 특이적 리간드를 접합하는 방법이 제시되기도 하였음. 또한, 이러한 방법들을 실증적으로 증명할 수 있는 실험방법과 예상결과들도 제시되었음.</p> <p>이 수업에서 도출된 결과들 중 일부는 실험실에서 구현이 가능한 방법들이 제시되었으며, 향후 뇌질환 질병치료에 응용될 가능성이 있었음. 학생들은 연구를 위한 목표설정, 정보수집 등을 통하여 자신의 가설을 구성하고, 구체적인 실험법들과 결과들도 예측함으로써, 연구자로서의 연구설계와 수행에 대한 능력을 함양하였음.</p>					
2	임태연	20200901~20240228	10104227	분자생화학	바이오창업의이해	
	<p>임태연 교수는 2000년 디지털바이오테크놀로지 (대표 정준근)의 창업부터, 사회 이사 기술 고문 등으로 회사의 시작부터 성장, 이후 (주)퓨처시스템과 주식교환을 통한 우회상장, 그리고 (주)나노엔텍으로 사명을 변경하여 바이오마커기반의 진단기 개발업체로 기업이 성장하고 이후 (주)SK텔레콤에 매각하여 exit하기까지 모든 과정을 함께 하였고, 이후 장대표가 (주)크리액티브헬스라는 바이오 벤처전문 액셀러레이터 기업을 설립할 때에는 발기인으로 참여 현재까지 기술부분의 자문을 받고 있음.. 또한, 각종 정부의 창업지원사업을 통하여 (예비창업지원, 초기창업지원) 2019년 12월 직접 항체 전문 바이오벤처를 설립하여 현재까지 운영하고 있는 만큼 창업 전반은 물론, 실질적인 운영에 이르는 실제적인 경험을 바탕으로 바이오창업에 대한 전반적인 내용을 공부하는 한편, 학생들 본인의 실험 테마를 기본기술로 창업한다는 전제하에 가상의 회사를 만들고 회사의 IR자료를 준비하고 발표해보는 과정을 통해 실제 창업에 필요한 전반적인 내용을 실감있게 배울수 있도록 과목을 진행함.</p>					
3	임태연	20200901~20240228	10104227	분자생화학	생명공학실험학	
	<p>임태연 교수는 2002년부터 질환 유전체 및 단백질 연구를 수행, 질환군별유전체 협의회 간사 및 한국단백체학회 학술위원장 등을 역임하며, 오믹스기술의 확산을 위하여 의학과 및 생명과학 분야 학회 및 워크샵등을 통하여 오믹스 연구방법에 대한 강의를 오랫동안 이어왔음. 매우 다양한 분야의 연구자들에게 실제 적용가능한 연구방법들을 전달하는 과정을 통하여 얻어진 노하우를 충분히 이용하여, 각종 실험에 대한 기초적인 principle부터 최신 기술의 적용까지를 제시하고 있으며 실제문제 해결능력을 제고하기 위하여 현재 업계에서 가장 니즈가 많은 주제를 선정하여 이를 교과내용을 적용하여 해결하는 과정을 토론식, 그리고 단위 협업을 통해 방안을 모색하는 내용을 진행하고 있음.</p>					

	윤채옥	20200901~20240228	10107119	분자세포생물	항암바이러스연구개발실습	
4	<p>생명공학과 유전자치료 연구실에서 이루어지는 바이러스기반 유전자 전달체에 대한 기본적인 이론과 실습수업을 통해 항암 바이러스의 개념, 바이러스 생산과정에 대한 전반적인 내용, 바이러스의 기능을 평가하기 위한 분석법과 항암 바이러스의 작용기전 등을 이해하고 실습함. 또한 항암 바이러스 치료제를 개발하고 임상시험 중인 기업(벤처)과 연계하여 수업에서 배운 이론과 실습내용이 생산 현장에서 적용되는 사례를 직접 체험할 수 있는 수업을 진행하고 있음. 개설된 해당 수업은 10명 이내의 소수 인원으로 진행되고 있으며, 기존 강의실내 전달식 수업에서 벗어나 이론, 실습, 현장체험을 제공함으로써 자기주도적인 학생들의 발표, 토론활동을 적극적으로 지원 및 장려하고 있음. 해당 수업을 통하여 학생들의 논리적이고 창의적 사고, 문제해결 능력 향상 뿐만 아니라 향후 진로선택의 고민과 다양한 기회를 제공할 수 있도록 지원하고 있음</p>					
	이근용	20200901~20240228	10132247	생체/의료용 고분자	생체융합재료특론	
5	<p>최신 생명공학분야에서 중요한 역할을 차지하는 생체재료의 기본적인 이론과 응용을 배우고, 바이오의약 산업현장에서 필요한 환자 맞춤형 치료제 설계를 할 수 있는 능력을 갖추는 것을 수업목표로 하여 IC-PBL+ 강의를 진행함.</p> <p>본강의에서는 약물전달 및 재생의약분야에서 향상된 안전성 및 효율성을 가지는 환자 맞춤형 생체재료 설계 및 제조, 표적지향 바이오의약품 개발, 재생의약분야의 세포친화적이고 지능적인 지지체제조 등 실제 산업현장에서 직면하는 문제점을 해결하기 위해 참여학생들이 자기주도적으로 해결책을 찾도록 지도함.</p> <p>다른 참여학생들의 발표를 경청하고 서로 피드백을 제공하는 토론방법을 통해서 협업과 문제해결능력을 강화하는 기회를 제공하였고, 현장전문가를 초청하여 실제 바이오의약산업화의 관점에서 문제해결능력을 함양시킴. 이를 바탕으로 산업현장에서 필요한 환자맞춤형 생체재료의 설계를 기반으로 혁신적인 바이오의약품을 개발할 수 있는 인재를 양성하는데 기여함. 특히, 참여학생들이 IC-PBL+ Graduate Championship 대회에서 최우수상(1위)을 수상하는 성과를 획득함.</p>					
<b>총 환산 참여교수 수</b>	9.71		<b>제출 요구량</b>	2~5		

## 5. 교육의 국제화 전략

### 5.1 교육 프로그램의 국제화 실적

#### ○ 국제심포지엄 개최

- 교육연구단은 바이오의약 국제심포지엄을 개최하고, 해외 연구자들을 초청하여 최신 연구동향에 대한 강연을 제공함으로써, 대학원생들의 연구의 국제적 감각을 습득하도록 지원하였음.
- 교육연구단은 2회의 국제심포지엄을 개최하였음. 학생들은 각 심포지엄에 참여하여, 최신 연구를 배웠으며, 연구의욕을 고취하였음.

국제심포지엄 개최 실적	
Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics	
개최일	2022.07.12
참여 해외 과학자	Chi Hwan Lee, Hugh Lee, Young Kim
참여대학	Purdue University, Hanyang University
주요 주제	임상 적용을 위한 의생명공학, 이식용 의학장치, 실크단백질의 생체재료로의 응용
Innovative Biomaterials and Tissue Engineering Research for Future Therapy	
개최일	2022.10.04
참여 해외 과학자	Caterhine Le Visage, Serena Danti, Stephanie K. Seidits, Kristopher Kilan, Eben Alsberg, Rui L Reis
참여대학	INSERM, University of Pia, University of Texas at Austin, University of New South Wales, University of Illinois Chicago, University of Minho
주요 주제	재생의학을 위한 생체재료, 조직 및 세포 공학을 위한 스캐폴드 및 3D 프린팅의 응용

#### ○ 해외 저명 과학자 초청강연

- 교육연구단은 국제화 역량 증진 및 분야별 최신 연구 지식 제공, 영어 소통 능력 향상을 위하여, 국제 저명 과학자들을 한양대학교에 초청하여 강연을 실시하였음.
- 학생들은 세계 최정상 과학자들의 최신 지견과 연구 동향을 국내에서 직접 접함으로써, 세계적 수준의 연구 흐름을 쉽게 이해하고, 자신의 연구에 적용할 수 있음. 또한, 학생들의 연구의욕을 크게 고취할 수 있었음.
- 연구단 초기 단계인 2020, 2021년에는 COVID-19 감염증으로 인하여, 해외 연구자들의 초청이 여의치 않았으나, 2022년부터 숫자를 크게 늘려 총 15회의 해외 저명 과학자들의 강연을 실시함.

년도	개최일	초청 강연자	강연자 소속
2022	2022.02.17	Michiya Matsusaki	Osaka University
	2022.02.17	Fiona Rouis	Osaka University
	2022.03.24	Su Ryon Shin	Harvard University
	2022.07.05	Jongkyu (Jay) Kim	University of Utah
	2022.08.04	Christian Brendel	Harvard University
	2022.08.18	Uiyoung Han	Stanford University
	2022.10.11	Oju Jeon	University of Illinois Chicago
2023	2023.04.20	Tarini Shankar Ghosh	Indraprastha Institute of Information Technology
	2023.04.28	Ajaikumar B. Kunnumakkara	Indian Institute of Technology Guwahati
	2023.05.18	Jürgen Groll	University of Würzburg
	2023.05.22	Noam Nisan	The Hebrew University of Jerusalem
	2023.05.22	Joseph Kost	Ben-Gurion University
	2023.05.26	Gurcharan Kaur	Guru Nanak Dev University
	2023.06.13	Michael Cho	University of Texas
	2023.08.25	Pratap Kumar Pati	Guru Nanak Dev University

#### ○ 우수 외국인 유학생 유치

- 대학본부 교비에서 지원하는 한양 우수 외국인 장학금을 활용하여 기간 내 총 7명의 우수한 외국인 학생을 유치하였음. 이 중에서 6명의 학생이 박사 또는 석박사통합과정에 지원하여, 고급 학위 과정 비율이 높음.
- 아시아, 유럽 출신의 외국인 학생들의 교육을 위하여, 영어강의를 제공하고, 각종 회의를 영어로 진행함으로써, 외국인 학생들의 교육이 원활하게 유지되었음.

#### 외국인 대학원생 유치 실적

학생	국적	졸업대학
마흐고세스카토	프랑스	Paul Sabatier University
조약빈	중국	Huazhong University of Science and Technology Biopharmaceuticals
장전옥	중국	Qigihar University Biotechnology
최영금	중국	Northeast Agricultural University Applied Biological Science
호브엉티탄수안	베트남	Da Nang University of Medical Technology and Pharm Pharmacy
초오	중국	성균관대학교
프리실라 리아	인도네시아	Institut Teknologi Bandung (ITB)

○ 국제공동연구 기회 제공

- 교육연구단의 연구실들은 해외 연구소 및 대학의 연구실들과 공동연구를 수행하고 협력함으로써, 연구의 국제적 수준을 높이고, 연구의 완성도를 높이고 있음.
- 대학원생들은 국제공동연구를 수행하는 주요 연구인력으로 참여함으로써, 해외 연구인력과 의사소통과 협력의 역량을 키워나감. 또한, 바이오의약 분야에 대한 세계적 안목 및 추세에 대한 학습의 기회를 제공.

국제공동연구			
협력기관	협력국가	협력연구자	연구분야
Stanford University, Medical School	미국	한의영	성장인자 및 줄기세포 유래 전사인자의 조직재생으로 응용연구
Mesoblast	미국	Nick Loizos	Mesenchymal Precursor Cells-mediated delivery of an oncolytic adenovirus
Purdue University	미국	Marxa L Figueiredo	Immunotherapy using mesenchymal stromal cell delivery of oncolytic viruses
New York University	미국	Devinsky Orrin	Epilepsy
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	일본	Renu Wadhwa	Mortalin targeted cancer drug
MultiVir Inc	미국	Robert E. Sobol	Tumor suppressor immune gene therapy to reverse immunotherapy resistance
University of Pennsylvania	미국	허동은	나노 생체재료를 이용한 스페로이드 제조
University of Saarland, KIST-EU	독일	전인동	나노 생체재료를 이용한 세포의 3차원 배양기술
Ghent University	벨기에	Sandra Van Vlierberghe	스페로이드 제조
Wurzburg University	독일	Jurgen Groll	상처 치유 및 골 재생을 위한 나노입자 하이드로겔
MIT	미국	Giovanni Traverso	고분자/나노젤 기반 유전자치료제
Harvard University Medical School	미국	Christian Brendel	조혈모세포의 증식에 대한 연구
Xiamen University	중국	Huayu Tian	염증성 질환 치료를 위한 유전자전달체
Harvard University	미국	Suryon Shin	줄기세포 및 생체재료를 이용한 스페로이드
Soochow University	중국	Lichen Yin	폐염치료를 위한 항염증 펩타이드 개발
Harvard University Medical School	미국	김형식	HMGB1 억제를 위한 나노입자 개발
Yale University	미국	Irfan Ullah	Fas 신호경로 억제 질병치료제
NanoGhost	이스라엘	Maxim Mogilevsky	줄기세포치료제와 항암바이러스의 융합연구

#### ○ 국제 온라인 토론 프로그램 운영

- 교육연구단은 일본 AIST와 DAILAB CAFE 프로그램을 통하여 미국, 인도, 일본 등 다양한 국가의 연구기관과 주기적 온라인 미팅을 진행함.
- 각 연구팀의 연구주제를 공유하고, 이에 대한 과학적 견해를 토론하는 과정을 통해 대학원생의 연구에 대한 동기를 부여하고 연구역량을 증진시킬 뿐 아니라, 연구의 세계화에 대한 시각을 함양함.
- DAILAB CAFE는 중견과학자와 신진과학자간의 멘토-멘티 프로그램을 제공함.

#### ○ 국제 장기연수 프로그램 운영

- 국제공동연구를 통하여, 대학원생들의 장기연수의 기회를 제공하였음. 참여 대학원생들은 상대국에서 2주 이상의 장기 체류를 통하여, 공동연구 주제에 대한 심도있는 최신 연구기술 습득의 기회를 가짐.
- 사업기간 중 2명의 대학원생이 각각 미국 Harvard University Medical School과 벨기에 Ghent University에 파견되어, 최신 연구기술을 습득하였음.

## 5.2 참여대학원생 국제공동연구 실적

<표 2-9> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
1		박희호	Christian Brendel	미국	나노의학, 유전자, 세포치료제 전임상 및 인공지능 활용 등	20240116-20240205
2		신흥수	Sandra Van Vlierberghe	벨기에	3D 스페로이드의 재생의학 응용	20240125-20240211

○ 참여대학원생 국제장기연수 및 국제공동연구 실적

- 교육연구단의 연구실들은 해외 연구소 및 대학의 연구실들과 공동연구를 수행하고 협력함으로써, 연구의 국제적 수준을 높이고, 연구의 완성도를 높이고 있음.
- 대학원생들은 국제공동연구를 수행하는 주요 연구인력으로 참여함으로써, 해외 연구인력과 의사소통과 협력의 역량을 키워나감. 또한, 바이오의약 분야에 대한 세계적 안목 및 추세에 대한 학습의 기회를 가짐.
- 2명의 참여 대학원생은 상대국에서 2주 이상의 장기 체류를 통하여, 공동연구 주제에 대한 심도 있는 연구에 최신기술 습득의 기회를 가짐.

연수자	신영은
연수기간	2024.01.16. ~ 2024.02.05 (총 19박 20일)
상대국 연수기관	Harvard Medical School/Boston Children's Hospital, Division of Hematology & Oncology (Christian Brendel, Ph.D.)
연수목적	
본 장기해외연수의 목적은 한국 연구자의 세포 특이적 표적화 기술(Cell specific targeting)과 미국 연구자가 보유하고 있는 환자 혈액 유래 면역 세포 엔지니어링 기술을 접목하여 유전자 및 세포치료제(Gene and cell therapy) 연구의 새로운 아이디어를 개발하고 공동연구 기회를 모색하여 바이오의약품 개발 분야의 글로벌 전문인력으로 성장하기 위함임.	
해외연수기관 소개	
미국 하버드 대학교 의과대학 (Harvard Medical School) 및 Dana-Farber/보스톤 아동 병원(Boston Children's Hospital)은 Gene therapy 분야의 세계적인 권위자 Christian Brendel 교수님을 비롯한 여러 연구실이 상호 협력하며 연구를 진행하고 있음. 주기적으로 각 연구실에서 진행한 내용을 공유하는 공동 랩 미팅을 개최하여 폭넓은 디스커션을 통해 연구를 다채로운 시각에서 바라보며 시야를 확장하는 기회를 가짐. 실제 환자 혈액을 공급받아 연구에 적용하므로 추후 임상 데이터와 거의 유사한 수준급의 연구를 진행함.	
연수기간 수행내용	
<p>마우스 모델에 CRISPR cas9을 통해 IL-10(Interleukin-10)을 Knock out 시킨 후 HSC(Hematopoietic Stem Cell)을 분리하고 Lentivirus transduction을 통해 IL-10을 Overexpression 하였을 때 세포의 Proliferation이 얼마나 증가하였는지 확인하였음. 또한 환자 혈액으로부터 분리한 PBMC (Peripheral Blood Mononuclear Cell)에 포함된 면역세포의 분포를 FACS(Fluorescence-Activated Cell Sorting)을 통해 확인하는 등 Gene therapy 연구 관련 실험을 배움으로써 바이오의약품 개발 분야에 대한 전문성을 제고할 수 있게 되었음.</p> <p>· (1/19 - 1/26) : 하버드 의과대학 세미나 참석을 통한 바이오의약품 개발 전문성 함양 기회를 제공받았으며 Transformation, Cloning, Lentivirus harvesting, 환자 혈액 샘플로부터 PBMC 분리 등의 실험을 진행함. 보스톤 한인 과학자 모임(New England Bioscience Society)에 참석하는 시간을 가짐.</p> <p>· (1/29 - 2/2) : 이틀에 걸친 Western Blot 실험 및 Immunocytochemistry, FACS 등의 <i>in vitro</i> 실험을 배우고 질병 모델 마우스로부터 Blood, Spleen, Bone marrow를 추출하여 분석하는 <i>in vivo</i> 실험을 진행함. Christian Brendel 교수님 연구실의 랩 미팅에 직접 참석하여 지속적으로 교류하고 국내외적으로 연구 기반 네트워크를 확장하는 기회를 제공받음.</p>	
	
<연구실 전경 및 보유 장비>      <Gene therapy <i>in vitro</i> 실험>      <질병 모델 마우스 <i>in vivo</i> 실험>	
기대효과	
본 연수를 통해 바이오의약품 개발 분야에서 전문성을 키우는 중요한 경험을 얻었음. 실험적인 측면 뿐만 아니라 다양한 세미나와 랩 미팅에 직접 참여할 수 있는 기회를 제공받아, 하버드 의과대학에서 진행 중인 유전자	

및 세포치료제 분야의 최신 연구 동향을 접할 수 있었으며 세계적으로 인정받는 다양한 국가 출신 학자들과의 연구 교류를 통해 국제적인 네트워크를 구축하였음. 이러한 경험은 향후 국제적인 공동 연구 프로젝트에 기여할 수 있는 기반을 마련하고, 바이오의약품 분야의 글로벌 전문인력으로 성장하는 데 도움이 되었음.

연수자	권현석
연수기간	2024.01.25.-2024.02.11
상대국 연수기관	Ghent University, Belgium (Sandra Van Vileberghe, Ph.D.)
연수목적	
본 장기해외연수의 목적은 한국 연구자의 골유도 스페로이드 제조 연구기술과 벨기에 연구자가 보유하고 있는 바이오잉크 기반 하이드로겔(GelSH - GelNB : click-chemistry 기반) 제조 기술의 접목 및 연구 협력 네트워크를 확립하고 재생의료기술의 국제화, 선진화를 위한 협력 기반을 구축하기 위함.	
해외연수기관 소개	
벨기에 겐트대학교 소속인 the Polymer Chemistry & Biomaterials Group (PBM)은 바이오 폴리머의 합성 및 modification에 대해 15년 이상의 경험을 보유하고 있으며, 폴리머 표면 modification 및 characterization, 바이오 폴리머의 대량 생산에 대한 폭넓은 전문 지식을 보유하고 있는 그룹임. PBM은 실험에 필요한 다양한 실험 기기 (Bio-printer, 3D printer, Volumetric 3D printer, OppA assay, rheometer 등)을 보유하고 있으며, 26명의 박사과정 학생과 4명의 포스트닥 연구원으로 구성되어 있음.	
연수기간 수행내용	
<p>PBM 연구실이 보유하고 있는 젤라틴 backbone에 SH-, NB- (thiol, norbornene)을 치환 및 합성하는 기술을 배워 벨기에 연구실에서 직접 GelSH, GelNB를 제작했음. GelSH와 GelNB를 혼합하여 GelSH-GelNB 합성 하이드로겔을 제작하였고 줄기세포와 혈관내피세포로 구성된 공배양 스페로이드를 합성 하이드로겔에 담지하여 세포 실험을 진행했음. 실험을 통해 세포의 sprouting을 확인하고 3D printer 적용 가능성을 확인하였음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· (1/26 - 2/2) : 겐트대학교의 the Polymer Chemistry &amp; Biomaterials Group (PBM) 보유하고 있는 실험 기기 (Bio-printer, 3D printer, Volumetric 3D printer, OppA assay, rheometer 등) 원리, 사용법을 지도 받았음. 젤라틴 backbone에 SH-, NB-를 합성하는 기술을 배워 직접 GelSH, GelNB를 제작하였음.</li> <li>· (2/4 - 2/9) : 1주차에 직접 제작한 GelSH와 GelNB를 혼합하여 GelSH-GelNB 합성 하이드로겔을 제작하였음. 줄기세포와 혈관내피세포로 구성된 공배양 스페로이드를 합성 하이드로겔에 담지하여 세포 실험을 진행하였음. Sandra 교수, post-doc, 박사과정 학생들과 앞으로의 연구 방향 및 실험 기술에 대한 교류를 계획하였음.</li> </ul>	
	
<연구실 투어 및 기기 교육>      <GelSH, GelNB 합성,제작>      <합성하이드로겔 세포 담지>	
기대효과	
글로벌 인재 양성을 위한 장기 해외 연수를 통해 최신 연구정보를 획득하여 국제적 연구 감각을 익힐 수 있고 국제적 연구 네트워킹 강화 및 연구역량 증대하였음. 또한, 줄기세포를 이용하여 3차원 스페로이드의 크기, 분화능 조절이 가능한 스페로이드 제조 기술을 최적화하고 골조직의 세포외기질 조성과 유사한 바이오잉크 (Bio-ink) 기반 하이드로겔의 제조 기술과의 융합을 통해 실제 골조직과 구조적, 기능적 특성이 유사한 3차원 인공 골조직체 제조 및 평가기술을 확립하여 제한적인 장기이식문제를 해결 할 수 있는 바이오 산업의 신기술로써 적용 가능성이 기대가 됨.	

4단계 BK21사업

### Ⅲ. 연구역량 영역

### Ⅲ. 연구역량 영역

#### 1. 참여교수 연구역량

##### 1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비

## 1.2 연구업적물

### ① 참여교수 대표연구업적물의 우수성

② 참여교수 대표연구업적물의 적합성

③ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-4> 최근 10년간 참여교수의 해당 신산업분야 대표연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	<p>[연구명] Choi et al. (2024). Self-Assembled Oligopeptoplex-Loaded Dissolving Microneedles for Adipocyte-Targeted Anti-Obesity Gene Therapy. <b>Adv Mater 2309920</b>. <a href="https://doi.org/10.1002/adma.202309920">https://doi.org/10.1002/adma.202309920</a> (IF=29.4, Q1)</p> <p>[참여교수] 김용희</p> <p>[개요]</p> <p>본 연구실적은 백색지방세포에 집중적으로 치료유전자를 전달하기 위해 플라스미드 DNA를 지방세포 표적 비 바이러스성 유전자 전달체와 결합하여 자가조립 복합체를 형성하였음. 이를 생분해성 고분자 용액에 담아 마이크로니들 패치를 제작하여 비만치료를 도모하였음. 해당 자가조립 복합체는 마이크로니들을 통해 체내로 전달되고 체내에서 지방세포 표면에 과발현된 프로히비틴 단백질을 표적하여 지방세포에만 특이적으로 플라스미드 DNA를 전달하였음.</p> <p>[연구방법]</p> <p>본 연구에 사용된 피부 인터로킹 마이크로니들은 기존 마이크로니들과 다르게 피부에 고정될 수 있으며 정량의 약물을 정확하게 전달 할 수 있다는 것임. 본 연구 결과를 통해 생분해성 마이크로니들 내부에 탑재된 유전자 치료제의 안정성을 검증할 수 있었으며 장기 보관 시 유전자의 안정성과 유효성을 기존 주사제와 검증함.</p> <p>[연구결과/학술적 의의]</p> <p>본 기술은 최근 많은 산학계의 관심을 이끌고 있는 비만치료제의 새로운 패러다임을 제시하는 기술임. 비만 동물모델에 유전자치료제가 탑재된 마이크로니들 패치를 부착했을 때, 지방세포 내 지방산의 반입과 축적을 억제 및 감소시켜 세포 내 지질대사를 정상화함. 이를 통해 체중 감소, 인슐린 민감성 개선, 혈중 지질량 감소, 염증 감소 및 지방간 개선의 효과를 검증하였음. 패치형태로 피부에 부착하여 미용목적 및 비만치료 목적등 폭넓은 사용에 가능함. 본 연구를 통해 기존 중추신경계에 작용하여 식욕을 억제하는 글루카곤 유사 펩타이드-1(GLP-1) 기반 치료법의 비특이적 치료 방식의 한계점을 극복할 가능성을 검증하였음. 차세대 유전자 기반 나노 전달체를 생분해성 고분자기반 마이크로니들에 탑재하여 실용화 가능성을 높임.</p> <p>본 기술은 ㈜커서스바이오와 협력하여 공동개발하였고, 기술이전 및 추가 특허출원/등록의 성과를 획득하였음. 대학-산업체 연구원들 간의 공동연구 및 토론을 통하여, 대학에서 보유한 원천기술의 바이오의약 산업에의 응용을 위한 융복합 연구를 수행할 기회를 참여 대학원생들에게 제공하였음. 해당 연구는 신규성·진보성을 인정받아 2024년 특허 등록 및 논문 발표의 성과를 획득함. 이와 같이 산학 공동연구를 통하여 바이오의약분야의 문제해결형 혁신인재를 양성하고 직접적인 가치 창출을 유도함으로써 본 교육연구단의 비전과 목표를 달성하고 있음.</p> <div data-bbox="395 1637 1316 1944" style="text-align: center;"> </div> <p>[유전자치료제 담지 마이크로니들의 비만치료 기작 모식도]</p>

[연구명] Han et al. (2023). Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction.

ACS Nano 17, 1. <https://doi.org/10.1021/acsnano.2c04108> (IF=17.1, Q1)

[참여교수] 이근용

[개요]

기존 약물은 다양한 세포들이 복합조직을 이루고 있는 체내에서 다른 세포 및 조직에 독성을 나타내는 등의 문제점이 제기되어왔음. 따라서, 부작용을 줄이면서 목표로 하는 조직의 세포만을 선택적으로 제거할 수 있는 혁신신약 개발의 중요성이 대두되어왔음. 이 연구에서는 지방세포에 선택적으로 전달된 후 세포 내부로부터 이산화탄소를 발생시켜 세포 사멸을 유도하는 고분자 기반 나노의약을 개발하였음. 이러한 시스템은 비수술적인 방법으로 지방조직을 효과적으로 감소시키는 혁신적인 전략을 제공하였음.

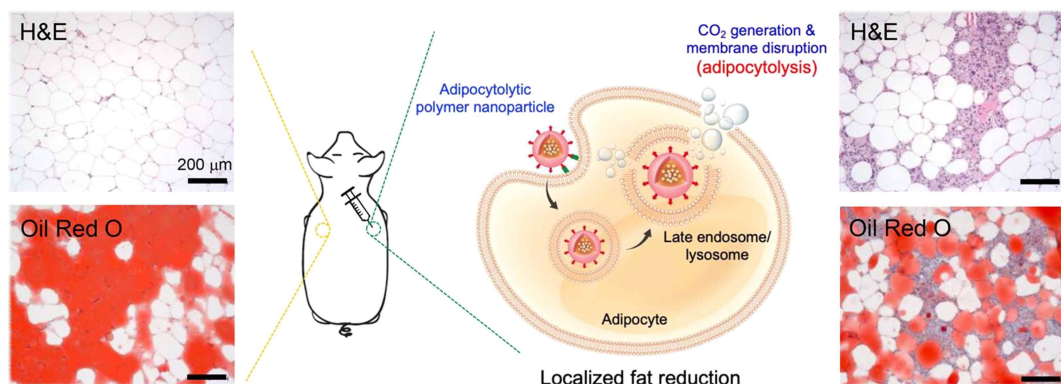
[연구방법]

탄산칼슘이 담지된 생분해성 고분자 기반 나노입자의 표면을 펩타이드로 개량하여 지방세포에 선택적으로 전달하고 세포 내부에서 이산화탄소를 발생시켜 세포사멸을 유도하고 지방조직 감소시키는 혁신 나노의약시스템을 개발함. 이러한 시스템은 마우스 및 미니피그 동물모델에서 효율적이고 안전한 지방조직 감소 효과를 나타내었음.

[연구결과/학술적 의의]

나노입자가 세포 내로 이입되고 산성 환경의 엔도솜에서 과량의 이산화탄소 기체를 발생시키고, 이를 통해 세포막 파괴와 세포 사멸이 일어나는 것을 확인함. 또한, 지방세포 표적지향 펩타이드로 개량된 나노입자는 지방세포만을 선택적으로 사멸시키고, 다른 근육세포, 섬유아세포 등에는 영향을 미치지 않았음. 소동물·대동물 실험에서 주목할 만한 부작용 없이 지방조직이 효과적으로 감소하였음을 입증함. 외과적 수술 없이 주사 요법만으로도 지방조직을 효과적으로 감소시키는 혁신의약의 원천기술을 제공함.

본 기술은 ㈜슈퍼노바바이오와 협력하여 공동개발하였고, 기술이전 및 추가 특허출원/등록의 성과를 획득하였음. 대학-산업체 연구원들 간의 공동연구 및 토론을 통하여, 대학에서 보유한 원천기술의 바이오의약 산업에의 응용을 위한 융복합 연구를 수행할 기회를 참여 대학원생들에게 제공하였음. 해당 연구는 신규성·진보성을 인정받아 특허 등록 및 논문 발표의 성과를 획득함. 현재 지속적인 산학공동연구를 통하여 혁신의약품의 GMP 생산공정 확립 및 비임상/임상시험에 참여하고 있음. 이와 같이 산학 공동연구를 통하여 바이오의약분야의 문제해결형 혁신인재를 양성하고 직접적인 가치 창출을 유도함으로써 본 교육연구단의 비전과 목표를 달성하고 있음.



[혁신의약품의 지방조직 감소 기전 모식도]

[연구명] Kang et al. (2023). A Local Water Molecular-Heating Strategy for Near-Infrared Long-Lifetime Imaging-Guided Photothermal Therapy of Glioblastoma.

Nat Commun 14, 2755. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38451-3> (IF=16.6, Q1)

[참여교수] 이동윤

[개요]

최근 바이오의약 분야 중에서 난치성 뇌종양의 치료 방법에 혁신적인 접근법을 제안함. 기존의 치료법에서 벗어나, Nd-Yb 동축 나노재료를 이용하여 근적외선 영역에서의 물의 강한 흡수 특성을 활용함으로써, 뇌종양을 대상으로 한 국소적인 열 치료 방법을 개발하였음. 이는 뇌종양 치료뿐만 아니라 바이오의약 분야 전반에 걸친 연구와 기술 발전에 중요한 기여를 하며, 교육 연구단의 비전과 목표를 실현하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대됨.

[연구방법]

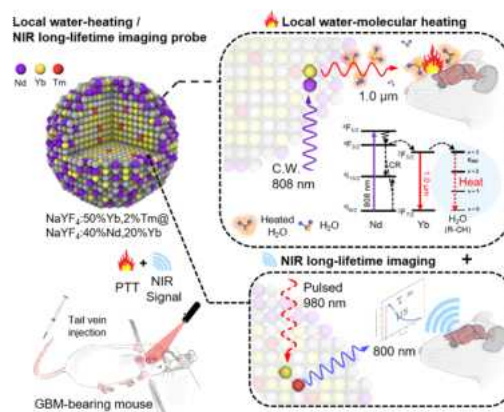
광열 요법의 새로운 가능성을 탐구하기 위해, Nd-Yb 동축 나노재료를 설계하고 개발하였음. 이 나노재료는 근적외선 영역에서 물의 강한 흡수 특성을 이용하여 생물 조직 내의 국소적인 수분 분자를 효과적으로 가열할 수 있는 능력을 가지고 있음. 연구팀은 물 흡수 대역에 정확하게 맞춰진 강한 1.0 μm NIR 방출을 통해, 나노입자가 목표로 하는 물 흡수 대역을 정확하게 타겟팅할 수 있음을 확인하였음.

[연구결과/학술적의의]

본 기술은 (주)일릭사파마텍과 협력하여 공동개발하였음. 난치성 뇌종양에 대한 효과적인 치료 방법을 제시하며, 이는 종양 치료 분야에서의 중대한 진전을 의미함. 이 다층적인 접근법은 특히 종양 세포의 정확한 가열을 통해 이후 파괴를 달성하는 데 초점을 맞추고 있으며, 이는 향상된 특이성과 효과성을 제공함. 이러한 기술적 진보는 개선된 환자 결과를 위한 정확성, 효과성 및 실시간 모니터링의 강력한 조합을 제공하며, 의료 기술 분야에서의 발전과 환자 치료에서의 혁신적인 변화를 실현하는 데 중요한 역할을 할 것임. 해당 연구는 신규성·진보성을 인정받아 특허 등록 및 논문 발표의 성과를 획득함.

이 연구는 의료 분야에서의 활용 가능성을 크게 높이며, 깊은 조직 내 종양 치료와 생체 내 정확한 이미징에 기여할 뿐만 아니라, 바이오의약 사업 분야에서의 혁신적인 연구와 기술 발전에 중요한 기여를 할 것으로 예상됨. 더불어, 학계와 산업계 간의 협력을 촉진하고, 새로운 기술 개발과 활용에 대한 토대를 마련함으로써, 바이오의약 분야에서의 미래 방향성을 제시할 것임. 특히, 의료 기술 분야에서의 발전과 환자 치료에서의 혁신적인 변화를 실현하는 데 중요한 역할을 할 것임.

3



[긴-수명을 가지는 근적외선 이미징 및 물 분자를 국소적 가열 위한 다기능성 입자의 모식도]

### 1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적

연구역량 향상 계획 및 달성 총괄 대비표	
계획	실천사항
• 연구비 수주실적 향상	• 연구비 수주실적 95% 증가
• 연구논문의 질적 성장	• 논문 1편당 IF가 5.9에서 9.7로 지속적 성장(평균 IF 8.0, 35.6% 증가)
• 산업문제 해결형 연구활동 강화	• 산학연구비 증가 • IC-PBL+를 통한 산학문제 해결형 연구활동 강화
• 대학 및 연구기관과의 공동연구 강화	• HY-KIST 프로그램 운영 • 공동연구를 통한 연구실적 강화
• 글로벌 연구역량 강화	• 국제심포지엄 개최, 우수 해외 연구자 초청강연 실시 • 국제 공동연구 실시 및 대학원생 해외 연수 실시
• 대학원 교육 프로그램 강화	• 실험기술에 대한 교육 강화 • 연구윤리교육 강화
• 참여교수 연구지원	• 책임시수 3학점 감면 • 연구실적에 따른 인센티브 지급
• 참여대학원생 연구지원	• 연구장학금 지급 • 해외연수 및 국제학술대회 발표 지원 • 우수 논문 발표 대학원생에게 우수논문상 및 인센티브 지급
• 연구환경 개선	• 행정인력 지원 • 대학원 휴게실 설치, 세미나실 리모델링을 통한 제반시설 확충

#### □ 교육연구단의 연구역량 성장

- 교육연구단 참여교수들은 바이오의약 첨단 분야인 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오의약 분야의 연구에서 뛰어난 연구업적을 축적하였음.
- 본 사업을 통해 바이오의약 신산업분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상하였음.

#### □ 연구비 수주 실적 향상

- 사업 기간 동안 참여교수들의 연구비 수주가 급격하게 증가하였음(총 연구비 94.6% 증가).

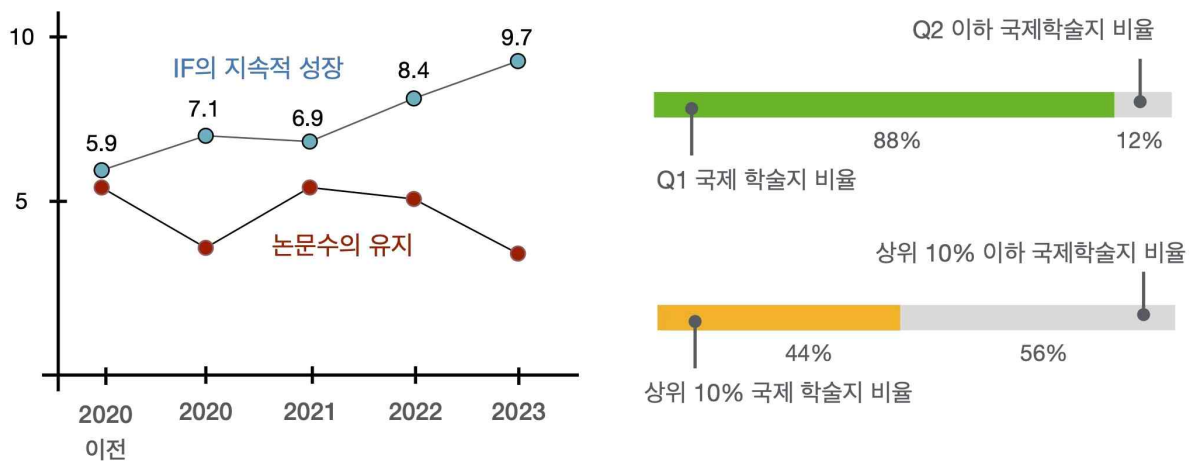
연구비 수주 실적			
	사업참여 이전	사업참여 이후	성장률(%)
총 연구비	97.36억	189.46억	94.6
연평균 연구비	32.45억	54.13억	66.8
교수 1인당 연구비(연평균)	3.60억	5.51억	50.0

연도별 연구비 수주 실적						
	사업 전	2020 (6개월)	2021	2022	2023	연평균
총 연구비	32.4억	33.2억	54.7억	54.6억	46.7억	54.13억
교수 1인당 연구비	3.60억	3.69억	5.47억	5.46억	4.67억	5.51억

□ 국제저명학술지 게재 논문의 질적 향상

- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조됨에 따라 본 교육연구단은 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하였음.
- 사업기간 동안 참여교수들은 총 161편(참여교수 1인당 4편/년)으로 사업 시작 이전과 비슷하게 유지하였으나, 논문 평균 IF는 8.0으로 급격히 증가한 질적 성장을 달성하였음.
- 1단계 사업기간 중 참여교수 1인당 발표 논문 평균 IF 값은 10% 향상을 목표로 하였으나, 현재 계획서 대비 35.6% 향상하였음.
- 발표 논문 중 142편이 국제저명학술지 상위 25% 이상(Q1) 저널에 게재됨(전체 논문 중 88%).
- 또한, 국제저명학술지 상위 10% 이상 국제저명학술지에 논문 71편을 게재함(전체 논문 중 44%).
- 한국을 빛내는 사람들(한빛사, IF 10 이상 논문) 게재 건수는 40편임(전체 논문 중 25%).

논문 게재 실적						
	사업참여 이전	2020(6개월)	2021	2022	2023	평균
논문 수	48	29	53	49	30	40
1인당 논문 수	5.3	3.2	5.3	4.9	3.0	4.1
논문 평균 IF	5.9	7.1	6.9	8.4	9.7	8.0



[교육연구단 참여 교수들의 논문이 게재된 우수 학술지명]

□ 산업문제 해결형 연구활동 강화

- 바이오의약 산업체와 연계하여 산학연구비를 수주하고 공동연구를 진행하였음(산학협력과제 20건, 총 연구비 19.5억원: 산학협력 영역 중 산업체 공동연구 실적 내용 참고).
- 9개의 IC-PBL+ 교과목을 개설하여 산업계의 참여를 유도하였고 산업문제 해결형 교육 및 연구활동을 활성화하였음(교육역량 영역 중 산업체 연계 교육 강화 내용 참고).

□ 대학 및 연구기관 간 공동연구 강화

- 바이오의약 혁신인재 양성을 위하여 HY-KIST 프로그램 운영.
- 정기적으로 미국, 일본, 독일, 중국, 벨기에 등에 있는 타 대학 및 연구기관과 국제적 연구교류를 수행하고 있음
- 참여교수 개인별로 진행하던 국제공동 연구 및 연수 프로그램을 사업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템을 체계화하기 위해 해외 연구기관과 MOU를 체결하였고, 해외기관 파견의 질적인 향상과 성과를 극대화하였음.

□ 교육연구단 참여교수 평가시스템 개선

- 참여교수에 대한 평가를 기존의 정량적인 평가에서 탈피하여 질적인 평가시스템을 정착시켰음.
- 참여교수들의 평가를 보정 IF나 연구분야 상위 저널들에 가중치를 둔 지표를 이용하여 질적인 평가요건을 강화하였음.
- 또한, 창업과 같이 신산업분야 참여에 대한 평가 대체 요건 등을 보완하였으며 참여교수들이 산업문제 해결 참여 및 연구의 질적 향상을 도모할 수 있는 환경을 조성하였음.

□ 교육연구단의 글로벌 연구역량 강화 실적

- 국제심포지엄 개최: 교육연구단의 지원 하에 2회의 국제심포지엄을 개최하였음.

국제심포지엄의 개최			
개최일	심포지엄 제목	참여대학	주요 주제
2022.07.12	Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics	Purdue University, Hanyang University	임상 적용을 위한 의생명공학, 이식용 의학장치, 실크 단백질의 생체재료로의 응용
2022.10.04	Innovative Biomaterials and Tissue Engineering Research for Future Therapy	INSERM, University of Pia, University of Texas at Austin, University of New South Wales, University of Illinois Chicago, University of Minho	재생의학을 위한 생체재료, 조직 및 세포 공학을 위한 스캐폴드 및 3D 프린팅의 응용

- 해외 저명 과학자를 초청하여 강연을 실시하였음(15명 초청).
- COVID-19 이후 국제공동연구를 적극적으로 활성화하여 세계 수준의 연구를 수행하고 있음.

국제공동연구기관	
국가	협력기관 (협력연구자)
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stanford University Medical School (한의영)</li> <li>• Mesoblast (Nick Loizos)</li> <li>• Purdue University (Marxa L Figueiredo)</li> <li>• New York University (Devinsky Orrin)</li> <li>• MultiVir Inc (Robert E. Sobol)</li> <li>• University of Pennsylvania (허동은)</li> <li>• MIT (Giovanni Traverso)</li> <li>• Harvard University Medical School (김형식)</li> <li>• Harvard University (Suryon Shin)</li> <li>• Yale University (Irfan Ullah)</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Xiamen University (Huayu Tian)</li> <li>• Soochow University (Lichen Yin)</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• University of Saarland, KIST-EU (전인동)</li> </ul>
벨기에	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ghent University (Sandra Van Vlierberghe)</li> </ul>
이스라엘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NanoGhost (Maxim Mogilevsky)</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Renu Wadhwa)</li> </ul>

- 대학원생의 국제 장기연수를 추진하여, 2명의 학생이 공동연구 기관에서 심도 있는 연구와 최신기술을 습득할 수 있었음.

참여 학생	연수기관	지도교수		연수국	연구기간	연수내용
		한양대학교	연수기관			
	Harvard Medical School	박희호	Christian Brendel	미국	20240116-20240205	나노의학, 유전자, 세포치료제 전임상 및 인공지능 활용 등
	Ghent University	신흥수	Sandra Van Vlierberghe	벨기에	20240125-20240211	3D 스페로이드의 재생의학 응용

- 외국인 유학생 유치: 7명의 외국인 유학생을 유치하였음. 전체 대학원생의 9.3%에 해당하는 비율임.

#### □ 대학원 교육 프로그램 개선

- 타 경쟁대학 대비 교육 및 연구역량을 갖춘 인재를 배출하기 위하여 대학원 영어강의 확대, 영어 연구논문/학위논문 작성 교육 실시 및 졸업요건을 강화하였음
- 연구윤리 교육 및 표절검색시스템 도입 추진을 통한 글로벌 수준의 연구윤리 확보.

#### □ 산학협력 프로그램 및 교육과정 강화

- IAB를 활용한 산학협력 프로그램을 도입하여 실무형 대학원생 교육 및 해당 기업체와 인턴십 프로그램을 개발하였음.
- IC-PBL+ 교과목 확대 개설을 통하여 현장문제 해결형 대학원생의 교육 강화 및 해당 기업체와 IAB 자문을 통한 교육과정 개편을 통하여 우수한 경쟁력을 가진 글로벌 인재육성이 가능한 교육 프로그램을 구축하였음.
- 매학기 생명공학세미나 프로그램으로 학/산/연 영역의 교수, 산업체 CEO 및 연구소장들을 초청하여 세미나를 진행하였음(매 학기 강연 중 약 30%는 산업체에서 초청하였음). 산업체 및 연구소 현장에서 진행되고 있는 연구 프로젝트 및 연구수행을 위해 필요로 하는 항목 등을 대학원생에게 현실적 인지 부여하였으며, 이후 IC-PBL+ 과목으로 연계하여 현장중심 연구인력 양성하였음 .

#### □ 사업단 참여교수 연구지원

- 현재 한양대학교 전임교원은 연간 15학점의 책임시수를 이행하여야 하는데, 이를 3학점 경감하여 12학점으로 낮추어 연구의 집중도를 높였음.
- 인센티브 지급을 통해 연구사기 진작 및 우수 논문 게재 향상.

#### □ 사업단 참여대학원생 연구지원

- 참여대학원생에게 필요한 재정적 지원(등록금+생활비)을 진행하였음.
- 참여대학원생 및 신진연구인력의 우수 연구성과를 국제학술회의에 참석 및 발표할 수 있도록 지원하였음(항공료 및 체류비 지원).
- 특히, 구두발표 참여를 독려하여 2023년도 국제학회 구두발표 비율은 전체 발표 중 29.6%를 차지함.
- 참여대학원생이 주저자로 SCI급 국제학술지에 논문을 게재한 경우, 평가를 통해 우수논문상 및 인센티브를 수여하였음.

#### □ 연구환경 개선

- 연구과제 지원체제 개선: 최저 인건비를 보장해서 연구에 몰입할 수 있는 환경 조성하였음.
- 대학원생의 연구성과 보호: 대학원생의 지식재산권을 보장 등에 관한 교육 프로그램을 상시적으로 운영하여 참여연구원이 불이익을 받지 않도록 교육하였음.
- 연구행정 전담인력 확보로 대학원생의 행정업무로 인한 부담 완화하였음.
- 대학원생 휴게실, 집기류(에어컨 등) 설치, 대형세미나실 리모델링하여 각종 회의 및 세미나 사용할

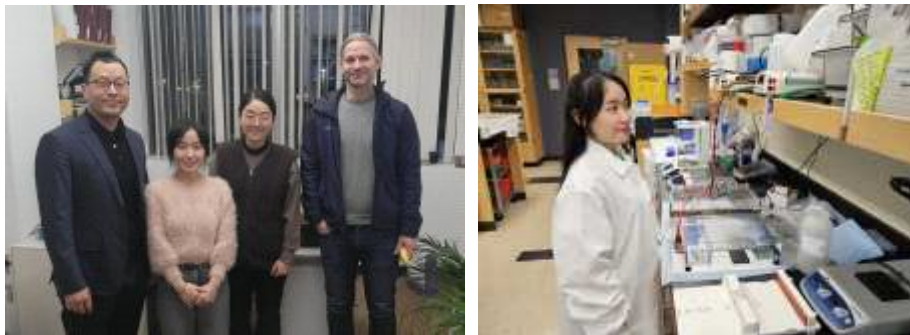
수 있게하여 연구환경 개선하였음.

□ **우수 신진연구인력 확보 및 지원**

- 사업 기간 동안 4명의 신진연구인력이 채용되었으며, 이들의 채용계약기간은 모두 1년으로 하여 연구의 안정성을 도모하고자 하였음.
- 연구를 수행하기에 필요한 연구공간, 연구기기, 연구자원 등을 지원함. 또한, 학회참가를 위한 참가비를 지원하고 논문 게재와 관련된 비용을 지원함.
- 대학교 산학협력단 소속 연구원으로 채용하고 행정적 지원을 제공함.

□ **대학원생 해외 장기연수 프로그램 활성화**

- 국제공동연구를 통하여, 대학원생들의 장기연수의 기회를 제공하였음. 참여 대학원생들은 상대국에서 2주 이상의 장기 체류를 통하여, 공동연구 주제에 대한 최신 연구기술 습득의 기회를 가짐.
- 사업기간 중 2명의 대학원생이 각각 미국 Harvard Medical School과 벨기에 Ghent University에 파견되어, 최신 연구기술을 습득하였음.
- 바이오의약품 개발 전문인력 양성 및 국제 공동연구를 위한 초석 마련 목적으로 Harvard Medical School, Dana-Farber/Boston Children's Cancer and Blood Disorders Center의 Christian Brendel 교수 연구실을 방문하여 연구를 수행하였음.



## 2. 연구의 국제화 현황

### 2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

#### 국제적 학술활동 참여 실적

- 참여교수들은 바이오의약 신산업분야 연구를 적극적으로 수행하여 국제학술대회 및 학회상 수상(3건), 국제학술대회 초청강연(24건), 국제학술대회 좌장(7건), 국제학술지 관련 활동(21건) 등의 활동을 기반으로 국제적 연구 역량을 강화하였음.

#### 국제학술대회 및 학회 수상: 3건

- 박희호 교수
  1. “Rookie of the Year“ Academic Excellence Award, The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering (KSBB) (2022)
  2. Biotechnology and Bioengineering Researcher Award, The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering (KSBB) (2020)
- 신흥수 교수
  1. Fellow, International Union of Societies for Biomaterials Science and Engineering

#### 국제학술 위원회활동: 30건

- 박희호 교수
  1. Executive Committee, Tissue Engineering and Regenerative Medicine (2024~)
  2. BT News Editorial Committee, The Korean Society for Biomaterials (2023~)
  3. Academic Committee, The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering (2022~)
  4. Council, The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering (2018~)
  5. Membership Management Committee, Tissue Engineering and Regenerative Medicine (2023-2024)
  6. Young Investigator Section Committee, Tissue Engineering and Regenerative Medicine (2022-2023)
  7. Organizing Committee, TERMIS-AP (2022-2023)
- 신흥수 교수
  1. Chair, Scientific Program Committee, World Biomaterials Congress 2024, Daegu, Korea (2024)
  2. Committee, Nano-Biotechnology, Nano Korea, Kintex, Korea (2021.6.5-7)
  3. International Scientific Advisory Committee, the 32nd Annual European Society for Biomaterials Conference (2022)
  4. Co-organizer, “7th International Conference on Tissue Engineering”, Ioannina, Greece (2022.5.26-31) Committee, Nano-biotechnology, Nano Korea , Kintex, Korea (2021)
  6. International Scientific Advisory Committee, the 31st Annual European Society for Biomaterials Conference (2021)
  7. International Scientific Advisory Board, World TERMIS Congress, Maastricht (2021)
  8. Scientific Program Chair, World Biomaterials Congress 2024 (2021~)
- 윤채옥 교수
  1. Council Member, Asia Pacific Consortium of Gene and Cell Therapy (APCGCT) (2015~)
  2. Korean Representative Council Member, International Society of Gene & Cell Therapy (2008~)
  3. Corresponding Member, American Association of Cancer Research (2002~)
  4. Corresponding Member, European Society of Gene and Cell Therapy (2000~)
  5. Committee Member for Immune Responses to Gene and Cell Therapy, American Society of Gene

---

Therapy (2018~2021)

6. Guest Professor, Yanbian University Hospital (2023~)
7. Guest Professor, Sichuan University (2013~)
8. Affiliate Professor, University of Washington, Medical School (2012~)
9. Adjunct Professor, Department of Pharmaceuticals and Pharmaceutical Chemistry, The University of Utah (2010~)

- 이동윤 교수

1. Local Organizing Committee, TERMIS-AP 2022, Jeju, Korea (2021~2022)
2. International Advisory Board, TERMIS-AP 2020, Kuala Lumpur, Malaysia (2020)
3. Committee, Annual Meeting and International Conference of the KSPST (2009~)
4. Committee, The Korean Society for Biomaterials (2009~)
5. Committee, World Biomaterials Congress 2024, Daegu, Korea (2023~)
6. Senior, Korea Nanotechnology Research Society Nature Conference Bio-inspired Nanomaterials, Seoul National University (2021.11.15.-17)

---

**국제학술대회 강연(초청강연): 24건**

---

- 박희호 교수

1. Invited Lecture, The Society for Biotechnology Japan (SBJ, 日本生物工学会大会), “Chimeric Immune Cells: Engineered to Expand Their Therapeutic Potentials“, Japan (2023)
2. Invited Lecture, The Society of Polymer Science Japan (SPSJ, 高分子学会), “Nanocomplex-Mediated In Vivo CAR-M1 Macrophage Therapy for Solid Tumors“, Japan (2022)

- 신흥수 교수

1. Keynote talk, “Biomaterials-Based Delivery of Signaling Molecules and Cells for Tissue Engineering and Regenerative Medicine”, ISOMRM&BCRS, Tamsui, Taipei, Taiwan (R.O.C), August 31 ~ September 3, 2023
2. Invited talk, “Multi-Cellular Spheroid Engineering Using Bioinspired Materials for Osteochondral Tissue Regeneration”, EORS 2023, Porto, Portugal, September 27 ~ 29, 2023
3. Keynote talk, “Biomaterials-Based Delivery of Signaling Molecules and Cells for Tissue Engineering and Regenerative Medicine”, PRICM11, Jeju ICC, Korea, November 19 ~ 23, 2023
4. Keynote talk, “Biomaterials-Based Delivery of Signaling Molecules and Cells for Tissue Engineering”, IPC 2023, Sapporo, Hokkaido, Japan, 2023
6. Keynote talk, “Biomaterials-Based Delivery of Signaling Molecules and Cells for Tissue Engineering and Regenerative Medicine”, GCIM2023, Jeju, Korea, June 6 ~ 9, 2023
7. Plenary talk, “Biomaterials-Based Delivery of Signaling Molecules and Cells for Tissue Regeneration”, ASBTE 2023, Christ Church, New Zealand, April 12 ~ 14, 2023
8. Keynote talk, “Engineering Multi-Cellular Spheroids Using Bioinspired Materials for Biofabrication of 3D Tissue”, Biofabrication Meets Infection, Wurzburg, Germany, November 23 ~ 25, 2022
9. Invited, “Engineering Multi-Cellular Spheroid Using Bioinspired Materials for Tissue Regeneration”, 1st Asian Conference of Cartilage and Osteoarthritis, Seoul, October 27 ~ 28, 2022
10. Keynote, “Hydrogel Surface Engineering for Scaffold-Free Cell-Based Regenerative Medicine”, MRM2021, Yokohama, Japan, December 13, 2021
11. Invited, “Biomaterials-Based Delivery of Cells and Signaling Molecules for Tissue Engineering”, ABMC8, Nagoya, Japan, 28-30 November, 2021

---

12. Keynote, “Multi-Cellular Spheroid Engineering Using Bioinspired Materials” , TERMIS World Congress, Maastricht, the Netherlands, 15 - 19 November 2021

13. Invited, “Multi-Cellular Spheroid Engineering Using Biomaterials for Tissue Engineering” , IUPAC-MACRO2020+, Jeju ICC, May 16-20, 2021

14. Invited, “Engineering Multi-Cellular Spheroids Using Biomaterials for Bone Tissue Regeneration, PRS KOREA 2020, November 13, 2020

- 윤채욱 교수

1. Nanomaterial-Based Delivery of Oncolytic Adenovirus for Optimal Cancer Immunotherapy, Asian Transplantation Week, Virtual Congress, 2020. 12. 03

2. Cancer Immunotherapy Using Nanomaterial-Based Delivery Systems of Oncolytic Adenovirus, Symposium SM04-Beyond Nano-Challenges and Opportunities in Drug Delivery, Virtual Congress, 2021. 04. 17 - 2021. 04. 23 (2021. 04. 21)

3. Emerging Role of Oncolytic Adenovirus as Cancer Immune-Therapeutic, 5th Annual Cell & Gene Therapy World Asia 2021, 2021. 09. 15 - 2021. 09. 16 (2021. 09. 16)

4. Tumor-Targeted Systemic Delivery of Oncolytic Adenoviruses Using Nanocarrier Platform, ASGCT 13th International Oncolytic Virus Conference, Hilton Sedona Resort at Bell Rock, USA, 2021. 11. 05 - 2021. 11. 07 (2021. 11. 05)

5. USP-APEC Center of Excellence Bioassay Training- Development and validation of bioassays to assess virus potency, USP-APEC Center of Excellence for Advanced Therapies Virtual Training Workshop on “Development and Validation of Bioassays for Advanced Therapies” , Virtual Congress, 2022. 01. 20 - 2022. 01. 21 (2022. 01. 21)

6. Oncolytic Adenovirus: New Opportunity for Targeted Cancer Treatment, 18th International Symposium on Recent Advances in Drug Delivery Systems, 2022. 02. 22 - 2022. 02. 24 (2022. 02. 22)

7. Harnessing Adenovirus for Tumor Targeting by Nanocomplex, IOVC2022, Karuizawa Prince Hotel West (2022. 10. 25)

8. Maximizing Therapeutic Potential of Oncolytic Adenovirus as cancer Immunotherapeutic, Cell and Gene Therapy Seminar, Bioprocess Design Center (2022. 11. 23)

---

#### 국제학술대회 좌장: 7건

- 김용희 교수

1. Joint Organizing Committee Chair, World Biomaterials Congress (2024)

2. Editorial Member, Biomaterials

3. Adjunct Professor, College of Chemistry and Chemical Engineering, Soochow University, China

- 박희호 교수

1. Chair, The Korean Society For Biomaterials(KSBM) Fall Meeting & Tutorial Symposium, Jeju (Sep 21, 2023)

2. Chair, Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society Asia Pacific Conference 2022 (TERMIS-AP), Jeju (Oct 6, 2022)

3. Chair, Korean Tissue Engineering and Regenerative Medicine Society, Young Investigator Symposium, Pocheon (Apr 29, 2022)

4. Chair, The Society for Biotechnology, Japan (SBJ, 日本生物工学会大会), Japan (Sep 4, 2023)

## 국제학술지 관련 활동: 21건

- 김용희 교수

국제 학술지 편집위원

1. Editor, Biomaterials

- 신흥수 교수

국제 학술지 편집위원

1. Editor, Frontiers in Bioengineering and Biotechnology- Biofabrication
2. Editor-in-Chief, Tissue Engineering Part B : Reviews (2022 Impact factor : 7.376)
3. Deputy Editor, Biomaterials Research, Tissue Engineering and Regenerative Medicine
4. Editor : Journal of Biomedical Materials Research A

- 윤채옥 교수

국제 학술지 편집위원

1. Editorial Board Member, Cells (2020~)
2. Editorial Advisor, BMC Biomedical Engineering (2018~)
3. Associate Editor in Chief, Oncolytic Virotherapy (2017~)
4. Editorial Board Member, Regenerative Therapy (2016~)
5. Editorial Board Member, Advanced Drug Delivery Review (2016~)
6. Editorial Board Member, Int J of Cancer Research & Diagnosis (2013~)
7. International Advisory Board Member, Oxford Centre for Drug Delivery Devices (2013~)
8. Associate Editor, Cancer Gene Therapy (2013~)
9. Editor, BMC Cancer (2010~)
10. Editor, BMC Biomedical Engineering
11. Deputy Editor, Molecular Therapy (2010~)
12. Board member, Journal of Controlled Release (2010~)
13. Editorial Board Member / Distinguished Member / International Advisory Board / Editorial Board Member, Gene Therapy and Regulation (2010~)

- 이동윤 교수

국제 학술지 편집위원

1. Associate Editor, Journal of Pharmaceutical Investigation (2022~)
2. Editor, Biomaterials Research (2022~)

- 임태연 교수

국제 학술지 편집위원

1. Editor: Biomed Research International

## 2.2 참여교수의 국제공동연구 실적

〈표 3-5〉 사업 참여 기간 내 참여교수 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	박희호	Hyunjoon Kong	미국/UIUC	Effects of Mechanical Properties of Gelatin Methacryloyl Hydrogels on Encapsulated Stem Cell Spheroids for 3D Tissue Engineering	10.1016/j.ijbiomac.2021.11.145
2	박희호	Uiyoung Han	미국/Stanford University School of Medicine	Secured Delivery of Basic Fibroblast Growth Factor Using Human Serum Albumin-Based Protein Nanoparticles for Enhanced Wound Healing and Regeneration	10.1186/s12951-023-02053-4
3	신흥수	Indong Jun, Andreas Manz	독일/KIST-EU	Integration of Bioinspired Fibrous Strands with 3D Spheroids for Environmental Hazard Monitoring	10.1002/smll.202200757
4	신흥수	Masaya Yamamoto	일본/Tohoku University	Engineering multi-cellular spheroids for tissue engineering and regenerative medicine	10.1002/adhm.20200608
5	윤채옥	Cosette Rivera-Cruz, Marxa L Figueiredo	미국/Purdue University	Immunotherapy by Mesenchymal Stromal Cell Delivery of Oncolytic Viruses for Treating Metastatic Tumors	10.1016/j.omto.2022.03.008
6	윤채옥	Renu Wadhwa, Sunil C Kaul	일본/AIST	Why is Mortalin a Potential Therapeutic Target for cancer?	10.3389/fcell.2022.914540
7	이근용	Takuya Matsumoto	일본/Okayama University	In Vitro Culture of Hematopoietic Stem Cell Niche Using Angiopoietin-1-Coupled Alginate Hydrogel	10.1016/j.ijbiomac.2022.04.163
8	이민형	GyeongYun Kim	미국/Boston University	Engineering Exosomes for Pulmonary Delivery of Peptides and Drugs to Inflammatory Lung Cells by Inhalation	10.1016/j.jconrel.2020.12.053
9	이상경	Priti Kumar, Jagadish Beloor	미국/Yale University School of Internal Medicine	Blocking Fas Signaling in Adipose Tissue Ameliorates Obesity-Associated Inflammation, Insulin Resistance, and Hepatosteatosis	10.1007/s40005-024-00668-9
10	이상경	Irfan Ullah, Jagadish Beloor	미국/Yale University School of Internal Medicine	Blocking Fas-Signaling in Adipocytes and Hepatocytes Prevents Obesity-Associated Inflammation, Insulin Resistance, and Hepatosteatosis	10.1016/j.jiec.2024.01.055
총 환산 참여교수 수			9.71	제출 요구량	2~10

## 2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

### 외국대학 및 연구기관과의 공동연구 실적

- 바이오의약 신산업분야 연구를 적극적으로 추진하여 총 16건의 외국 대학 및 연구기관과의 연구자와 교류를 쌓았으며, 이를 통해 연구의 국제적 역량을 강화하였음.

연번	성명	연도	해외소속 기관	외국대학 및 연구기관과의 교류 실적 및 성과
1	김용희	2021	미국 University of California, Irvine	권영직 교수 연구실 소속 정지영 박사 및 이스라엘 Dan Peer교수 연구실 용석범 박사와 함께 항비만 유전자 치료제 개발에 관한 공동연구를 수행함. 김용희 교수 연구실에서 기존에 발굴하였던 아르지닌 기반 백색지방 표적 전달체 (ATS-9R)와 함께 FABP4/5 발현 억제 유전자를 전달하여 효과적인 항비만 치료를 가능하게 하였음.
2	류성언	2023	미국 University of Texas (Arlington)	학과장 Michael Cho 교수의 한양대 생명공학과 및 BK사업단 방문, 세미나, 교류협력 논의함(세미나제목: Non-Biological Approaches for Tissue Repair: Application of Computer Vision Learning Pipeline).
3	박희호	2022	미국 Stanford University School of Medicine	고분자 전문가 Stanford University School of Medicine의 한 의영 박사와 공동연구를 수행함. 당시 COVID-19 상황으로 주기적으로 비대면 온라인 회의를 통해 연구결과를 공유 및 분석하며 공동연구를 수행하였으며 연구 결과를 관련분야 권위지에 게재하였음.
4	박희호	2024	미국 Harvard Medical School	바이오의약품 개발 전문인력 양성 및 국제 공동연구를 위한 초석 마련 목적으로 Christian Brendel 교수 연구실을 방문하였음. 한양대 대학원생 장기연수 프로그램을 통해 Gene therapy 실험을 배우고 하버드 의과대학 세미나 및 랩미팅에 직접 참여하여 바이오의약품 전문인력이 갖추어야 할 글로벌 역량을 키우는 기회를 제공받았음.
5	박희호	2023	미국 University of Hawai'i at Manoa	Juwon Park 교수와 협력하여 나노 기술 분야에서 저명한 학술 저널인 Small에 게재하였음(IF 13.3, 상위 10%). 이를 통해 본 연구팀이 혁신적인 치료 접근법을 개발하고 있음을 국제적으로 인정받았음. 향후에도 미국 하와이 대학교와의 지속적인 상호 교류를 통해 연구팀 간의 협력을 강화하고, 나노 치료제 분야에서 더욱 뚜렷한 성과를 이룰 수 있을 것으로 기대됨. 이러한 국제적인 협력은 나노기술을 기반으로 한 치료법의 발전을 촉진할 것으로 기대됨.
6	신홍수	2021	미국 Rice University	Center for Excellence in Tissue Engineering 연구 센터와 조직공학 및 재생의학 연구 관련 지속적인 교류를 진행하고 있으며 매년 8월에 Advanced in Tissue Engineering Short Course의 외부 연자로 참여하여 조직공학관련 연구자들과의 교류를 증진하고 있음.
7	신홍수	2022	독일 KIST-EU	KIST-EU 내에 환경안정성연구단의 김용준 단장, 전인동 선임연구원들과 연구자 교류를 진행하고 있으며 2022년 4월에 전인동 선임연구원과 2022년 7월에 김용준 단장이 각각 신

				홍수 교수 연구실을 방문하여 연구교류 및 공동연구 계획 등을 논의하였음. 또한 2022년 6월에 신흥수 교수가 KIST-EU를 방문하여 “Biomaterials-Based Delivery of Signaling Molecules and Cell for Tissue Engineering” 의 주제로 강연을 진행하고 향후 연구자교류를 논의하였음.
8	신흥수	2022	미국 UIUC	공현준 교수와 생체재료 기반의 줄기세포 미세환경 조절 및 인공장기제조를 위한 오가노이드 개발에 대한 공동연구를 진행하였음. HY-KIST 연구 프로그램의 일환으로 post-doc을 파견하였으며 이와 관련 연구에 대한 논문을 게재하였음 (International Journal of Biological Macromolecules).
9	신흥수	2022	벨기에 Ghent University	Sandra Van Vlierberghe 교수와 줄기세포와 연골 구성 세포들을 이용하여 3차원 스페로이드의 크기, 분화능 조절이 가능한 스페로이드 제조 기술을 최적화하고 연골조직(cartilage tissue)의 세포외기질 조성과 유사한 바이오잉크(Bio-ink) 기반 하이드로겔의 제조기술과의 융합을 통해 실제 연골조직과 구조적, 기능적 특성이 유사한 3차원 인공 연골조직체 제조 및 평가기술을 확립하는 연구교류를 진행하고 있음 동연구 추진을 위하여 한국 연구재단과 벨기에의 FWO가 함께 참여하는 양자연구교류지원사업 에 대한 공동연구 제안서를 제출하였
10	신흥수	2022	미국 University of Illinois at Chicago	Eben Alsberg 교수 연구실과 alginate 생체재료를 기반으로 하는 spheroid 3D 프린팅 기술을 개발하는 공동연구를 진행할 예정임. 이를 위하여 University of Illinois at Chicago 연구팀과 화상 회의 및 연구자 교류를 추진하고 있음.
11	신흥수	2024	벨기에 Ghent University	Sandra Van Vlierberghe 교수 연구실과 함께 3차원 스페로이드 탑재 Bio-ink 기반 하이드로겔 제작 및 세포활성 평가 연구를 수행하고 있음. 하이드로겔 내 3차원 스페로이드의 골분화 능, 골 단백질/유전자 발현 평가, 3차원 인공 골 조직형성기술 확립 (3D modeling 평가) 중임.
12	윤채욱	2023	미국 MIT	MIT 포함 4개 기관이 연합하는 Research Foundation에 참여하여 공동연구 진행 중임. 주요 내용으로는 “염증성 장질환 치료를 위한 아데노바이러스/나노젤 기반 유전자 치료 플랫폼 개발“을 주제로 IL-10과 TNF-alpha를 발현하는 아데노바이러스를 개발, 검증 중에 있음. 새로운 방향의 염증성 장질환 치료를 가능하게 하는 혁신의약을 개발하고, 해당 분야의 연구개발인력 양성이 가능할 것으로 기대됨.
13	윤채욱	2023	일본 AIST	Dr. Renu 와 Sunil 과의 공동연구 진행 중임. CAPE와 Wi-A 라는 약물과 항암 아데노바이러스의 병용투여를 통한 증진된 항암 효과를 주제로 연구 진행 중이며, 현재 xenograft model에서 in vivo 항암 효과 확인에 대한 검증 진행 중임.

				공동 연구를 통해 더 향상된 항종양 효과를 가진 병용 투여 전략을 제시하고, 해당 분야의 연구 개발 인력을 양성할 예정에 있음.
14	이상경	2024	미국 Yale University School of Internal Medicine	Irfan Ullah 박사, Jagadish Beloor 박사와 공동연구를 통해 Fas 신호경로 억제를 통한 질병치료제 개발을 목표로 연구를 진행함. 해당 연구를 통하여 Fas 신호 차단 펩타이드에 뇌전달 펩타이드 서열을 결합하여 정맥주사를 통해 뇌허혈 동물모델에서 뇌세포 사멸을 억제하는 연구를 진행하여 Journal of Industrial and Engineering Chemistry 저널에 게재하였음.
15	임태연	2023	미국 New York University	Ryoo교수와 함께 Unfolded Protein Response를 공동으로 연구하고 있음. Ryoo교수는 UPR 및 ER stress 분석의 전문가로 본 연구실에서 수행중인 미세먼지에 의한 호흡기세포에 대한 ER stress 분석을 공동으로 수행하고 있음.

#### 국제 학술대회 및 국제 심포지엄 개최 실적

- 교육연구단은 최신 바이오의약 연구에 대한 국제심포지엄과 워크숍을 개최하고, 해외 연구자들을 초청하여 최신 연구동향에 대한 강연을 제공함으로써, 대학원생들이 연구의 국제적 연구수준을 경험하게 하고, 글로벌 연구를 통한 국제협력의 감각 향상 및 연구의욕을 고취함.
- 교육연구단 지원 하에 2회의 국제심포지엄을 개최하였음.

국제심포지엄의 개최				
개최일	심포지엄 제목	참여 해외 과학자	참여대학	주요 주제
2022. 07.12	Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics	Chi Hwan Lee Hugh Lee Young Kim	Purdue University, Hanyang University	임상 적용을 위한 의생명공학, 이식용 의학장치, 실크 단백질의 생체재료로의 응용
2022. 10.04	Innovative Biomaterials and Tissue Engineering Research for Future Therapy	Caterhine Le Visage Serena Danti Stephanie K. Seidits Kristopher Kilan Eben Alsberg Rui L Reis	INSERM, University of Pia, University of Texas at Austin, University of New South Wales, University of Illinois Chicago University of Minho	재생의학을 위한 생체재료, 조직 및 세포 공학을 위한 스캐폴드 및 3D 프린팅의 응용

4단계 BK21사업

#### IV. 산학협력 영역

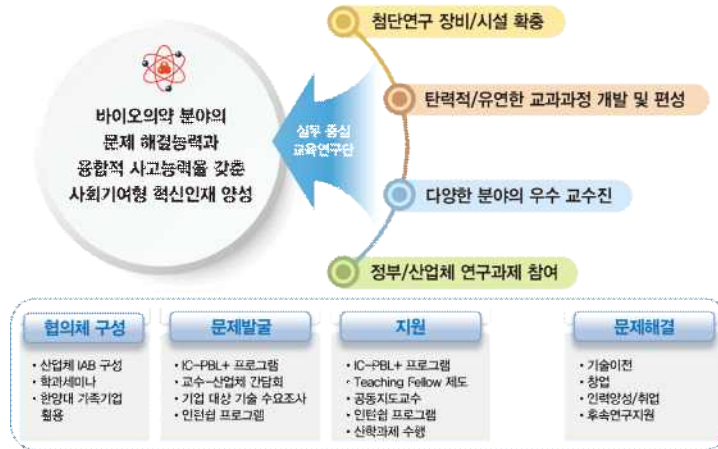
## IV. 산학협력 영역

### 1. 산학공동 교육과정

#### 1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 실적

##### ○ 산학공동 교육과정의 비전 및 방향

- 본 연구단은 바이오의약 산업분야의 문제 해결 능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재의 양성을 목표로, 기존 연구단의 장점은 살리고 부족한 점을 보완하여, 현장에서 활용할 수 있는 실무 중심의 교육 및 연구 혁신 플랫폼을 창출하여 수요자 중심의 교육과정 개선 전략을 수립하여 이행함.
- 이를 위한 구체적인 세부목표로 1) 첨단연구 장비/시설 확충, 2) 탄력적/유연한 교과과정, 3) 다양한 분야의 우수 교수진, 4) 정부/산업체 연구과제 참여를 통한 실무 중심의 교육을 이행함.
- 산학 연과 협의체를 구성하여 문제를 인식하여 발굴한 후, IC-PBL+, Teaching Fellow 등과 같은 연계 프로그램을 구성하여 문제를 해결함과 동시에 인재 양성을 통한 다양한 취업 기회를 제공.



#### 산학·공동 교육과정 계획 및 달성 총괄대비표

	계획	실천사항
첨단연구 장비/시설 확충 및 탄력적/유연한 교과과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 교과목 확대 및 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추가된 7개의 IC-PBL+ 과목을 포함하여 총 9개 IC-PBL+ 교과목 운영</li> </ul>
다양한 분야의 우수 교수진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업체 현장실습(인턴십) 프로그램 운영</li> <li>• 학위논문 공동지도 운영</li> <li>• 산업체 초청 대학원 학과세미나 운영</li> <li>• IAB(산업연계교육자문위원회) 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내외 기업에서 현장 체험 기회 제공</li> <li>• 학위논문 심사위원회에 산업체 인사 선임하여 운영</li> <li>• 매 학기 산업체 CEO/연구소장을 세미나 연사로 초청하여 교육</li> <li>• 산업계 전문가로 구성된 산업연계 교육자문위원회 구성 및 연 1~2회 회의와 자문</li> </ul>
정부/산업체 연구과제 참여	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (지역)산업체, 지자체, (지역)사회와의 공동 교육 프로그램 구성 및 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수진과 산업체 CEO/연구소장 간담회 진행 및 산학공동연구 계획 운영</li> <li>• 산학공동연구를 IC-PBL+ 적용하여 산업체 실무능력 함양</li> </ul>

○ IC-PBL+ (Industry-Coupled Problem-Based Learning) 운영 <교육영역 1.3 참고>

- 한양대학교는 2018년부터 학부 IC-PBL, 2019년부터 대학원 IC-PBL+를 도입하여 산업체와 지역사회  
의 문제에 학생이 주도적으로 참여가능한 플랫폼을 구축하였음.
- IC-PBL+는 ‘문제제시’ 및 ‘평가’ 주체에 따라서 4가지 유형으로 나뉘서 운영하였음. Merge(현장통  
합형, 문제제시: 기업, 평가: 기업), Evaluate(현장평가형, 문제제시: 교수, 평가: 기업), Create(문제  
해결형, 문제제시: 교수, 평가: 교수), Anchor(현장문제형, 문제제시: 기업, 평가: 교수).
- IC-PBL+ 교과과정을 통해서 학생의 창의성(Creativity), 의사소통능력(Communication skill), 협업능  
력(Collaboration), 비판적 사고력(Critical thinking), 직무능력(Career performance), 다문화적 이해  
(Cross-cultural understanding), 컴퓨터적 사고(Computational thinking), 융합역량(Convergence  
competency) 등을 수업의 핵심역량 목표로 설정하여 진행하였음.

○ 산업체 현장실습(인턴십) 프로그램 운영

- 한양대는 일정기간 동안 국내외 유수의 기업에서 현장을 직접 체험하는 기회를 제공하여 기업이  
요구하는 현장의 전문지식을 습득 가능토록 하고 이를 학점으로 인정하는 제도를 운영하고 있음.
- 국내외 기업대상으로 단기/장기인턴십 제도를 운영하고 있음. 단기인턴십 기간은 방학 또는 휴학  
중 160시간 이상으로 하며, 장기인턴십 기간은 4~6개월까지 인정함.
- 단기인턴십을 이수한 학생은 소정의 학점인정 절차를 거쳐 일반선택 3학점으로 인정하고 계절학  
기 성적으로 표기하였음.
- 장기인턴십을 이수한 학생은 소정의 학점인정 절차를 거쳐 해당학기 (계절학기 포함) 전공 및 일  
반선택 학점으로 최대 15학점까지 인정하였음.

○ 학위논문 공동지도 운영

- 산업체 과제를 수행하는 대학원생의 경우 해당 기업의 임원/연구소장 등을 공동지도교수로 선임  
(별도의 공동지도교수 선임 신청서 제출) 가능한 프로그램을 구축하였음.
- 담당 전임교수를 포함하여 석사과정은 3인 이상, 박사과정은 5인 이상의 학위논문 심사위원에 산  
업체 인사를 선임하여 운영함.

○ 산업체 초청 대학원 학과세미나 운영 실적 <교육영역 참고>

- 생명공학과는 매 학기마다 산업체 CEO/연구소장 등을 세미나 연사로 초청하여 산업체의 최신 연  
구동향 등을 대학원생들에게 교육하였음 (연평균 10여명의 산업체 인사 초청).
- 세미나 후 참석한 교수진 및 초청연자와의 간담회를 통해 해당 분야에 대한 심도 있는 토론 및  
산학 간의 지식공유 기회를 제공하였음.



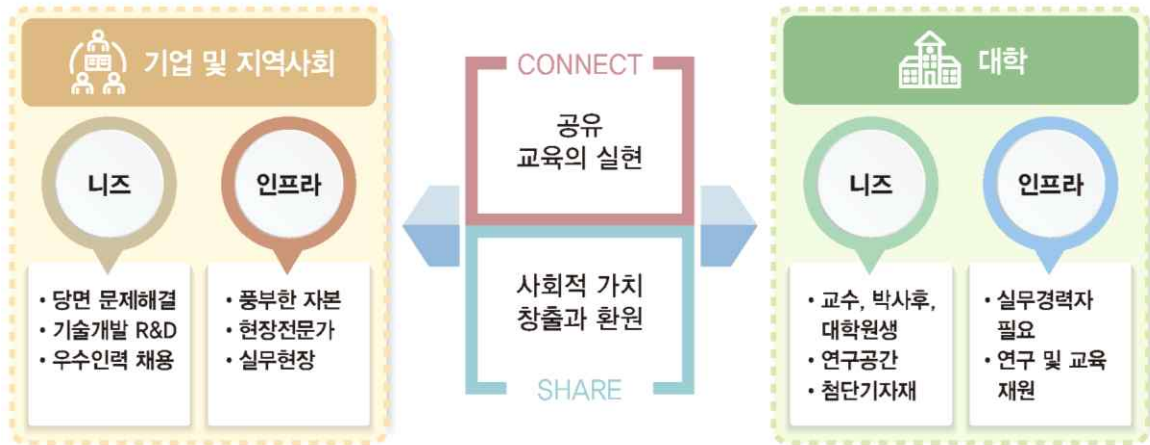
[대학원 학과 세미나 (생명공학세미나 1, 2) 포스터]

○ 한양대 생명공학과 교과과정 편성을 위한 IAB 운영 실적 <교육영역 1.3 참고>

- 한양대학교 생명공학과는 IAB (산업연계교육자문위원회)를 도입하여 운영 중임.
- 산업체 CEO/연구소장 등이 IAB 위원으로 위촉되고 학기당 1~2회의 IAB 회의를 통해서 교육과정 구성 등에 조언을 포함하여 기업과 사회가 요구하는 교육이 될 수 있도록 협력하였음.

○ 바이오의약 분야 과학기술문제 해결을 위한 (지역)산업체, 지자체, (지역)사회와의 공동 교육 프로그램(교과) 구성 및 운영 실적

- 사업단 참여교수진과 산업체 CEO/연구소장 등과의 간담회를 진행하였음.
- 사업단 참여교수진의 연구내용 발표를 통하여 대학의 우수성과를 산업체에 제공할 수 있는 기회를 만들어 산업체의 문제해결에 활용할 수 있는 기회의 장을 마련하였음.
- 산업체와 과학기술문제의 공유의 장을 마련하고, 활발한 토론을 통한 아이디어 발굴, IC-PBL+ 교과과정을 통한 실무 능력 함양 및 면접 체험을 실시하였음.



## 2. 참여교수 산학협력 역량

### 2.1 국내 및 해외 산업체, 지자체 연구비

## 2.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

### 2.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 사업 참여 기간 내 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
1	류성연	10096572	구조생화학	신규 이중항체 개발, (주)지뉴브
	<p>단백질 기반의 바이오신약 개발 분야에서는 항체의 Fc 부분을 재설계하여 특정 질병에 효과적으로 대응할 수 있는 이중특이성 항체 개발이 핵심 기술로 자리 잡고 있음. 이미 시장에 존재하는 이중특이성 항체 개발 방식은 특허권료를 지불해야 하는 비용 문제가 있기 때문에, 새로운 경제적인 대안이 필요한 상황임. 이러한 배경 하에, (주)지뉴브는 본 연구자의 실험실에게 새로운 이중항체 기술 개발을 의뢰하였음. 이 과정에서 실험실은 단백질 설계 기술을 활용하여 이중특이성 항체를 설계하고, 이를 바이오신약 개발에 적용하는 연구를 진행하였음. 이 연구는 학생들에게 단백질 설계와 바이오신약 개발에 필요한 실질적인 기술을 교육하는 좋은 기회를 제공하였으며, 연구 결과는 충분한 혁신성과 실용성을 인정받아, 한국 및 국제 특허를 출원하였으며, 이는 학계와 산업계에서의 주목을 받고 있음. 이 프로젝트는 기존의 비용 부담을 줄이면서도, 신약 개발의 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 기대며, 단백질 기반의 바이오신약 개발 분야의 새로운 기회를 제공할 것임.</p>			
2	류성연	10096572	구조생화학	부작용이 없는 인터류킨2 유래 항암제 개발, (주)지뉴브
	<p>인터류킨 2는 항암 효과가 뛰어난 것으로 알려져 있으나 실제 인체에 투여할 경우 세 가지 다른 수용체에 결합하게 되어 면역 반응 이상 등의 부작용을 일으킬 수 있음. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 과제에서는 인터류킨 2가 항암 효과를 낼 수 있는 특정 수용체에만 결합하고 면역 이상을 일으킬 수 있는 수용체에는 반응하지 않도록 하는 전략을 취했음. 구체적으로 인터류킨 2와 특정 수용체를 이중특이성 항체 형태로 결합시키고 표면 설계를 통해 특정 수용체와의 결합력을 향상시킴으로써 부작용이 적은 항암제를 개발하고자 하였음. 이 과정에서 대학원생들은 단백질 설계 및 바이오신약 개발의 중요한 기술을 습득할 수 있었으며, 연구 결과는 한국 및 국제 특허로 출원되어 학계 및 산업계에서 주목받고 있음. 이 프로젝트는 암 치료 분야에 새로운 기술적 접근을 제공하며, 효과적이면서도 부작용을 최소화할 수 있는 치료 대안을 탐구하는 데 기여하였음.</p>			
3	박희호	10920400	세포치료제	세포치료제의 대량생 산, (주)심플플래닛
	<p>안전한 세포치료제의 대량생산을 위해서는 첨단 생산 기술의 발전뿐만 아니라 제품의 일관성 유지가 매우 중요함. 특히 CAR-T 같은 세포치료제의 경우, 제품의 효율성과 안전성을 동시에 보장하는 것이 필수적임. 이는 환자에게 보다 실질적이고 효과적인 치료 기회를 제공함. 대량생산 과정에서는 세포의 품질과 활성을 일정하게 유지하는 것이 중요하며, 이를 위해 생물학적 공정의 정밀한 제어와 최적화가 요구됨. 생산 단계별로 철저한 품질 관리와 검증 절차를 설정하여, 생산된 세포치료제가 일관된 효과를 나타내도록 하는 것이 핵심적인 과제임. 이 과정에서 최신의 자동화 기술과 AI를 활용한 모니터링 시스템도 중요한 역할을 함. 또한, 각 단계에서의 공정 기술의 발전은 세포치료제의 상용화를 가속화하고, 더 많은 환자들이 이 혁신적인 치료법을 접할 수 있게 할 것임. 이러한 기술적 발전은 세포치료제의 생산 비용을 절감하고, 치료 접근성을 높이는 데도 기여하며, 최종적으로는 보다 많은 환자들이 혜택을 받을</p>			

	수 있는 길을 열어줄 것임.			
4	박희호	10920400	세포치료제	차세대 면역 항암치료제 연구, (주)엠디문
	<p>차세대 면역 항암치료제 연구를 위해서는 특정 암세포를 타겟할 수 있는 순도 높은 세포주의 구축이 필수적임. 이를 통해 대량의 세포 유래 베시클을 생산하고, 이를 약물 전달 플랫폼으로 활용함으로써 항암 효과를 극대화할 수 있음. 암세포를 특이적으로 공격하는 세포주를 개발하는 과정은 고도의 기술과 철저한 생물학적 이해를 요구함. 세포 유래 베시클은 세포의 자연적인 통신 시스템을 이용하여 약물을 직접 암세포에 전달할 수 있는 매우 효과적인 수단임. 이 베시클들은 암세포 내부에 직접 치료제를 전달함으로써 주변 정상 세포에는 최소한의 영향을 미치면서 암세포만을 효과적으로 파괴할 수 있음. 이러한 기술의 개발은 첨단 세포공학, 분자생물학, 약물 전달 시스템의 최신 연구를 집약적으로 활용하여 이루어져야 하며, 연구 초기 단계에서부터 철저한 계획과 정밀한 실험을 통해 그 효과와 안전성을 검증해야함. 이 과정에서 개발된 항암 치료법은 기존의 치료 방법들보다 훨씬 더 높은 효율성과 목표 지향성을 보여줄 것으로 기대되며, 많은 암 환자들에게 새로운 치료의 기회를 제공할 수 있을 것임.</p>			
5	신흥수	10127627	생체/의료용고분자	MPC 생체재료 개발, (주)케이씨아이
	<p>(주)케이씨아이는 유화제 및 화장품 첨가제 원료를 개발하고 있으며 화장품에 활용이 가능한 MPC (2-Methacryloyl oxyethyl Phosphoryl Choline)의 대량 생산기술을 확보하고 있음. 하지만 현 사업의 부가 가치를 높이기 위하여 가격 경쟁이 어려운 화장품보다 미래에는 메디컬 분야 중심의 시장 침투 및 상품의 다양화가 필요함을 인식하고 있음. MPC 고분자들은 콘택트렌즈 재료, 패키징액 재료에 사용되고 있고 화장수, 크림, 샴푸컨디셔너 등으로 개발이 되어져 왔으며, 바이오메디칼 분야에서는 MPC가 가지고 있는 항혈전성을 활용하여 혈류와 접촉을 하게 되는 이식용 생체재료의 코팅용 소재로 주로 일본의 NOF사에서 개발이 되어져 왔는데 이들 제품군들과의 차별화전략이 필요함. 따라서 (주)케이씨아이 기업 연구소와 지속적인 자문회의를 통하여 MPC가 적용된 생체재료 개발 및 응용에 대한 제품군 탐색을 수행하고 퍼스널케어 용품과 메디컬 기기/재료와의 융합을 통한 미래사업 고도화 전략을 제고하였음. MPC를 이용하여 세포배양접시의 표면을 코팅한 후 세포의 3차원 구상체를 제조하거나, 이식용 임플란트 표면에 코팅 재료로 활용하여 임플란트 후에 이물질 반응을 최소화시키는 연구들에 대한 제안하였음.</p>			
6	신흥수	10127627	생체/의료용고분자	인체 이식용 필터의 특성평가, (주)미링커
	<p>(주)미링커는 폴리아크릴아마이드겔을 기반으로 국산 고분자 필터시장에 국산화를 도모하고 있는 기업임. 폴리아크릴아마이드겔 제품들은 아크릴아마이드 유도체 계열로 통상 지속기간과 자연스러움, 볼륨감, 몰딩력 등에 탁월한 효과가 있지만 과거 부작용과 과량 사용, 불안정한 공급 등으로 부정적인 인식이 강한 제품군이기 때문에 허가단계에서 제품의 안정성을 확보하는 것이 기업의 현안이었음. 또한 폴리아크릴아마이드겔 장점을 최대한 향상시키는 동시에 안정화, 고도화된 제조시설을 통한 품질관리, 제조 시 필수불가결하게 발생하는 미반응 단량체 제거 기술등에 관련된 이슈들에 대하여 전문가적인 자문과 해결 방법 등을 요청해왔음. (주)미링커의 당면 문제를 해결하기 위하여 신흥수 교수연구팀과 용역계약을 체결하고 "인체 이식용 필터의 특성평가"라는 주제의 과제를 진행하여 인체 내 이물반응과 같은 문제를 최소화하기 위한 제품개발기술 고도화를 도모하였음. 특히 스케일업공정에서 발생하는 잔류 모노머 제거와 균질한 품질 유지에 대한 기술적인 지원을 체계적으로 진행하여 현재 GLP(비임상시험)를 성공적으로 마무리하는데 기여함. 기술적 지원을 통하여 대량생산 설비를 구축하였으며 (주)미</p>			



링커의 신규인력 및 일자리 창출에도 기여하였음.				
7	윤채욱	10-107113	분자세포생물	난치성 암종에 대한 새로운 병용요법 개발, (주)진메디신
	<p>아데노바이러스를 이용한 암 유전자 치료 임상시험은 최근 수년간 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있음. 특히 항암 바이러스와 면역 체크포인트 차단제를 병용하는 치료법은 암 치료의 효율을 높일 수 있는 잠재력을 지니고 있으나, 이 분야의 연구는 국내외를 막론하고 아직 초기 단계에 머물고 있음. 이러한 상황에서, 진메디신은 본 연구팀에 항암 바이러스와 면역관문억제제의 병용 요법에 대한 기초 연구를 위탁하였음. 본 연구팀은 체장암을 대상으로 세포외 기질을 표적할 수 있는 특수한 항암 아데노바이러스를 개발하는 데 성공하였으며, 이 바이러스가 면역 체크포인트 차단제와 결합할 때 상승적인 항암 효과를 발휘함을 확인하였음. 본 연구는 아데노바이러스의 유전적 조작을 통해 특정 암세포에 특이적으로 침투하고, 암세포 내에서만 활성화되도록 설계된 형태의 바이러스를 사용함. 이 바이러스는 암세포를 직접적으로 파괴하고, 면역 체계를 활성화시켜 암세포에 대한 면역 반응을 촉진하는 두 가지 방식으로 작동함. 면역 체크포인트 차단제는 면역 체계의 자연적인 제동 기능을 차단하여, 면역 반응을 더욱 강화시키고 지속시키는 역할을 함. 이 병용 요법은 특히 면역 회피 메커니즘을 가진 암세포를 효과적으로 제거할 수 있는 가능성을 제시하며, 치료에 대한 저항성을 감소시킬 수 있음.</p>			
8	윤채욱	10-107113	분자세포생물	전신투여가 가능한 항암바이러스 나노물질 하이브리드 유전자 전달체 개발, (주)진메디신
	<p>면역 유전자치료제로서의 다양한 장점에도 불구하고 아데노바이러스는 지속적인 국소 투여시 암 조직으로부터 정상조직으로의 dissemination 되어진 아데노바이러스에 의한 인체 내 면역원성 유발 및 간독성 유발이 문제가 되고 있음. 또한 암 세포에는 정상세포에 비하여 Ad fiber의 수용체인 coxsakie adenovirus receptotr(CAR)가 적게 발현되므로 감염능이 낮아 치료효과를 저해하는 한계점으로 작용하는 문제점이 있음. 따라서 종양내 dissemination을 줄이고, 면역 항체로부터 바이러스를 보호하고, CAR 발현에 따른 아데노바이러스 감염능의 극복을 위해서 물리적 코팅을 통한 아데노바이러스의 표면 개질이 필요함. 이러한 배경하에, 진메디신은 항암 아데노바이러스의 전신투여가 가능한 전달체 개발 및 기초연구 수행을 본연구팀에 위탁연구로 의뢰하였음. 이에 본 연구팀은 생분해성 표적형 고분자를 개발하고, 이에 대한 치료효능 및 안전성을 확인하였음. 이러한 연구결과는 추후 진메디신이 암의 재발 억제 및 전이 암의 치료에 고분자 결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제를 활용할 수 있을 것이라 사료됨.</p>			
9	이민형	10091014	핵산생화학	치료용 엑소좀의 질병치료효과의 평가, (주)테라베스트
	<p>(주)테라베스트는 폐성유화 질환을 타겟으로 한 엑소좀 기반 바이오의약품의 성능을 평가하기 위해 체계적인 연구를 진행하였음. 이 회사는 폐성유화 동물모델을 사용하여 자사의 엑소좀 바이오의약품의 치료 효과와 잠재적인 부작용을 평가하기 위해 매주 1회씩 4주 동안 엑소좀을 투여하고, 이후 폐 조직을 분석하였음. 이 연구를 통해, 테라베스트의 엑소좀 바이오의약품은 생체 유래 성분으로 만들어져 생체 적합성이 높은 것으로 나타났으며, 폐성유화질환을 가진 동물 모델에서 탁월한 치료 효능을 보였음. 엑소좀은 세포 간 의사소통에 중요한 역할을 하는 자연 발생적인 소포체로, 다양한 생체 분자를 운반할 수 있는 능력을 가지고 있음. 이러한 특성으로</p>			

	<p>인해, 엑소좀은 특정 질병 관련 타겟에 약물을 전달하는 이상적인 차량으로 간주됨. 폐섬유화 질환과 같은 질병에서는 폐 조직의 비정상적인 섬유화가 진행되는데, 엑소좀을 이용한 치료 접근법은 이러한 섬유화 과정을 조절하거나 역전시키는 데 중요한 역할을 할 수 있음. 엑소좀 바이오의약품이 폐섬유화 모델에서 보여준 우수한 치료 효과는 향후 상업화 과정에서의 성공 가능성을 높이며, 이는 다른 유사 질환에 대한 치료제 개발로도 확장될 수 있는 기반이 될 것임.</p>		
	이민형	10091014	핵산생화학 항염증펩타이드 개발, (주)일릭사파마텍
10	<p>(주)일릭사파마텍은 항염증 펩타이드의 최적화를 통하여 단백질의약품의 고도화를 실시하고자 하였음. 특허에 포함된 항암 및 항염증 펩타이드를 최적화시켜, 개선된 성능의 치료 펩타이드를 발굴함으로써 새로운 바이오의약품을 제작하고자 함. 더 나아가 치료 펩타이드를 다양하게 활용할 수 있는 가능성을 확보하고자 하였음. 기존에 제작된 항염증 펩타이드의 경우 뛰어난 항염증 효과를 보이고 있으나 크기의 한계성 때문에 보다 다양한 방향으로 사용되기에는 한계가 있었음. 이를 개선하고자 항염증 펩타이드의 N-말단과 C-말단의 아미노산들이 제거된 다양한 길이의 펩타이드를 합성하고 가장 기능이 좋은 펩타이드를 선별하여, 결과적으로 치료 펩타이드의 길이를 절반 이상으로 감소시켜 서열의 가능성을 확장하였음. 해당 펩타이드 길이의 변화에 따른 항염증 효과의 변화를 세포실험을 통해 확인하여 염증성 cytokine의 억제 정도를 평가함으로써, 실제 개선된 성능의 펩타이드를 발굴하여 대량생산의 경제성을 확보함.</p>		
총 환산 참여교수 수		9.71	제출 요구량 2~10







연번	교육연구단 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적 설명
4	<p>[연구명] 암세포를 표적하는 약물 전달 플랫폼 개발</p> <p>[산업문제해결 필요성]  차세대 항암치료제는 세포주 구축과 약물 전달 플랫폼 연구 과정의 한계를 극복하기 위한 기술 증진에 매진하고 있습니다. 이에 따라 주식회사 엠디문은 산업 문제해결을 위해 효과적인 면역 항암 세포치료제 개발을 목표로 협력하였습니다.</p> <p>[산업문제해결 기술 적용 - (1) 표적화 능력 극대화 세포주 구축]  ▷[표적화 능력 향상] - 암세포 표면에 다량으로 발견되는 항원을 타겟으로 하는 리간드(ligand) 또는 바이오마커(biomarker) 등을 엔지니어링하여 표적화를 증진시키면, 암 조직에 정확하게 약물을 전달하는 능력을 향상시킬 수 있습니다.  ▷[순도 높은 세포주 구축 기술 공정] - 엔지니어링을 통해 최적화된 세포를 선별하는 셀렉션(selection) 과정을 거쳐 높은 타이티(titer)를 가지는 순도 높은 세포주를 확보합니다. 이는 치료제의 효과를 높이는 데 기여합니다.</p> <p>[산업문제해결 기술 적용 - (2) 약물 전달 플랫폼 개발]  ▷[세포 유래 베시클(Cell-Derived Vesicles, CDVs)] - 특별한 공정을 통해 세포에서 유래된 신개념 나노입자입니다. 세포 유래 베시클 안에 항암치료 약물을 담지하여 효과적인 약물 전달 플랫폼으로 활용할 수 있습니다.  ▷[세포 압출(Extrusion) 공정기술] - 물리적인 원리에 의해 세포를 압출하는 방식이기 때문에 다양한 조직의 세포에 광범위하게 적용이 가능합니다.  ▷[기존 플랫폼 한계 극복] - 기존의 엑소좀(세포 분비 소포체) 약물 전달 플랫폼이 가지고 있던 한계인 생산 효율성 문제를 해결하였습니다. 주식회사 엠디문의 세포 유래 베시클은 엑소좀에 비하여 단기간에 대량생산이 가능하고 크기 등의 특성 조절이 용이합니다.</p> <p>[결론]  차세대 면역 항암치료제 연구를 위해서는 암세포를 특이적으로 타겟하는 순도 높은 세포주를 구축한 뒤 대량 압출을 통해 세포 유래 베시클을 생산하여 약물 전달 플랫폼을 개발하는 기술이 필수적입니다. 이러한 기술을 통해 항암 효과를 극대화하는 데 기여할 것입니다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

연번	교육연구단 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적 설명
5	<p>[배경 및 문제해결 추진 방안]</p> <p>기업 내에 주력 상품인 화장품 소재 판매에서 현 사업의 부가가치를 높이기 위하여 메디컬 분야 중심의 시장 침투 및 상품의 다양화가 필요함을 인식함. 대량생산 기술을 확보하고 있는 MPC (2-Methacryroyl oxyethyl Phosphoryl Choline)은 가격 경쟁이 어려운 화장품보다 부가가치가 높은 의료용 제품군으로 확대하여 사업의 고도화를 도모할 필요성이 있음. 2022년부터 각분기별 1회씩 (주)케이씨아이 중앙연구소 소장 및 연구원이 참여하는 자문회의를 진행하고, (주)케이씨아이 연구소 현장 방문 및 한양대학교 신홍수 교수 연구실 방문등을 통하여 양 기관간의 기술적인 협력 방안을 제고함.</p> <p>[주요 자문내용 및 제안내용]</p> <p>바이오메디컬 영역에서 유무기 복합 생체 재료 기술, 생체재료 표면 개질 기술, 생체활성물질 전달 기술, 3차원 체외 오가노이드 개발/평가 기술에 대한 최근 연구 동향 발표함.</p> <p>MPC 고분자의 응용에 대한 연구 및 상용화 현황 확인. 가격 경쟁이 어려운 화장품보다 Eye care, 의약, 메디컬 분야 중심으로 시장침투 추진 필요함을 인지함. MPC 고분자들은 eyecare 분야에서는 콘택트렌즈 재료, 패키징 지료, 점안약용 재료등으로 사용되며 기타 다양한 oral care, 화장품, 진단약의 첨가제 등으로 사용이 되고 있음. 이에 재생의료용 재료에 대한 활용성을 미래제품군으로 설정하여 이에 대한 가능성을 타진할 필요가 있음을 확인함.</p> <p>기존 제품들과의 차별성을 확보할 수 있는 다음과 같은 제품군의 미래사업화 전략을 제시함 (1) 3D 세포 Model로 다양한 MPC 적용 application 효과 검증, (2) MPC가 적용된 3D 생체티슈 개발, (3) 폴리페놀+금속이온(iron+ non-covalent 결합) 이용한 퍼스널케어용 항염&amp;항산화 원료화).</p> <p>MPC를 이용하여 세포배양접시의 표면을 코팅한 후 세포의 3차원 구상체를 제조하거나, 이식용 임플란트 표면에 코팅 재료로 활용하여 임플란트 후에 이물질 반응을 최소화시키는 연구들에 대한 제안하였음. 라이프 사이언스 혁신 융합기술이라는 주제의 심포지움을 진행(2023.5.26.).</p> <div data-bbox="379 1503 1401 1798" style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>

연번	교육연구단 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적 설명
6	<p>[배경 및 문제해결 추진 방안]</p> <p>미링커는 폴리아크릴아마이드겔을 기반으로 국산 고분자 필터시장에 국산화를 도모하고 있는 기업임. 폴리아크릴아마이드겔 제품들은 아크릴아마이드 유도체 계열로 통상 지속기간과 자연스러움, 불륨감, 몰당력 등에 탁월한 효과가 있지만 과거 부작용과 과량 사용, 불안정한 공급 등으로 부정적인 인식이 강한 제품군이기에 때문에 허가단계에서 제품의 안정성을 확보하는 것이 기업의 현안이었음. 폴리아크릴아마이드겔 장점을 최대한 향상시키는 동시에 안정화, 고도화된 제조시설을 통한 품질관리, 제조 시 필수 불가결하게 발생하는 미반응 단량체 제거 기술등에 관련된 이슈를 해결할 필요가 있었음. (주)미링커는 신홍수 교수 연구팀에게 ” 인체 이식용 필터의 특성평가” 라는 주제의 용역과제를 요청하여 인체 내 이물반응과 같은 문제를 최소화하기 위한 제품개발기술 고도화를 도모함</p> <p>[주요 평가 내용]</p> <p>스케일업공정에서 발생하는 잔류 모노머 제거와 균질한 품질 유지에 대한 기술적인 지원을 진행하고 제조 공정에서 개발된 제품에 대한 평가를 수행. 실험의뢰 샘플들에 대하여 아래와 같은 제품 평가를 진행함.</p> <p>제조된 필터의 비중 측정 및 필터의 용매 안정성 및 용해도 평가 - 본 폴리아크릴아마이드겔은 인체 내에서 물에 의한 용해가 가능한 제품으로 개발이 되어 있기 때문에 에탄올과 물에 대한 용해도를 평가하여 제품의 생체적합성을 검증함. 필터 내에 잔존하고 있는 모노머의 양을 HPLC 를 이용하여 검출함.</p> <p>제조된 필터의 세포독성 평가 (MTT 및 육안검사)</p> <div data-bbox="395 1285 1390 1574" data-label="Figure"> </div> <p>[결과]</p> <p>특스케일업공정에서 발생하는 잔류 모노머 제거와 균질한 품질 유지에 대한 기술적인 지원을 체계적으로 진행하여 현재 GLP(비임상시험)를 성공적으로 수행하고 있으며 기술적 지원을 통하여 대량생산 설비를 구축하였으며 신규인력 및 일자리 창출에 기여하였음.</p>

[연구명] 전신투여가 가능한 항암바이러스 나노물질 하이브리드 유전자 전달체 개발

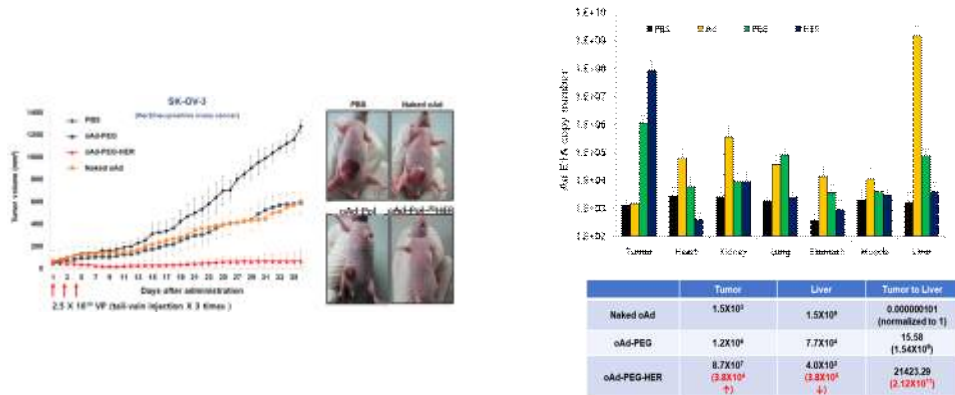
[실적요약] 생분해성 표적형 고분자를 개발하였고, 고분자 결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제를 효율적으로 세포 안으로 전달하는 것이 가능함을 확인함. 이때 고분자 결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제를 종양내로 투여하여, 바이러스에 의해 발현 되는 면역증진 유전자를 암세포 특이적으로 고발현 시켜 항종양 면역반응을 증진 시킬 뿐만아니라, 종양 주변으로의 dissemination은 현저히 낮추어 비특이적 바이러스성 면역반응의 유도는 억제하는 것이 가능함을 확인함. 또한, 고분자 결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제를 이용한 암의 재발 억제 및 전이 암의 치료에도 이용할 수 있을 것이라 사료됨.

[결과]

oAd-Pol-(R)HER을 처리한 마우스의 경우 다른 그룹과 비교하였을 때, 현저하게 감소한 tumor growth rate을 나타내었으며, 이는 Her-2/Neu를 target하는 oAd-Pol-(R)HER의 뛰어난 항종양 효과를 입증하는 결과임.

Tumor to liver ratio가 oAd-Pol-(R)HER 에 의해 Naked Ad 대비 2.12X10<sup>11</sup>배 증가하는 효과를 확인하였음. 이는 oAd-Pol-(R)HER가 Ad의 간에서의 비특이적 축적은 감소시키고, 종양 내 바이러스 축적은 크게 증가시키는 새로운 항암바이러스 전신투여 플랫폼으로서의 가능성이 매우 높음을 시사하는 결과임.


7



[활용방안] 바이러스와 나노재료와의 병합 기술은 기술개발에 대한 축적된 지식이 별로 없어, 나노물질과 바이러스의 융합을 통하여 암세포 및 암 질병을 제어하고 치료효과가 극대화된 고분자 결합 아데노바이러스 유전자치료제의 새로운 분야를 창출하는 기초연구의 시작이 될 것임.

본 연구를 통해 암세포 특이적 바이러스 전달을 유도함으로써 항암효과가 상승되고 항바이러스 면역반응을 감소시켜 항종양 면역반응을 극대화 할 수 있는 고분자 결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제가 개발되면, 약물전달체계의 새로운 분야를 개척할 수 있을 뿐만 아니라 세계 최초로 그 연구 결과를 국내외에 보고할 수 있을 것임.



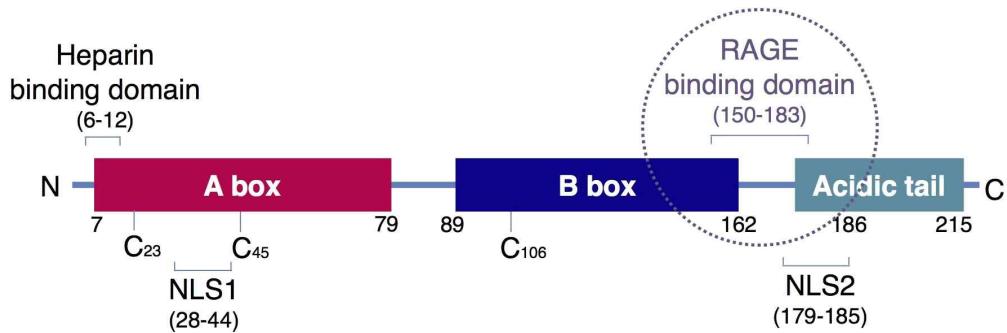
연번	교육연구단 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적 설명
9	<p>[배경]  (주)테라베스트는 자체 개발, 분리한 엑소좀의 치료효과를 평가하여, 바이오의약품으로의 적용가능성을 평가하려고 하였음. 참여교수 이민형은 급성폐손상, 폐섬유화 등의 폐질환 동물모델을 확보하고 있었으며, IC-PBL의 응용핵산생화학을 통하여, (주)테라베스트와의 협력을 진행하고 있었음. (주)테라베스트는 자사의 엑소좀의 기능평가를 이민형 교수에게 의뢰하여, 성능평가를 진행하고 향후 개발전략에 반영하고자 하였음.</p> <p>[연구진행과정]  (주)테라베스트의 요청으로 bleomycin에 의해 유도된 폐섬유화모델을 이용하고, 매주 1회씩 엑소좀과 항염증 펩타이드를 투여하여 4주간 진행하기로 함. 매주 일정양의 약물을 투여하고, 항염증 효과 및 항섬유화 효과에 분석하였음. 1주차와 4주차에 동물을 희생하여 폐조직을 얻어 분석을 진행함. 염증반응을 평가하기 위한 ELISA를 실시하고, 조직염색을 통하여 섬유화 진행 정도를 평가하였음.</p> <p>[결과]  연구결과 우수한 결과를 얻은 부분과 결과가 부정적으로 나온 것을 종합하여 (주)테라베스트에 보고하였음. 엑소좀의 경우는 항염증 효과가 관찰이 되나, 항섬유화 효과는 명확하게 보이지는 않았음. 반면에 항염증 펩타이드는 항섬유화 효과가 명확하게 1주와 4주째에 관찰되어, 항섬유화를 위한 약물의 가능성을 제시하였음.  이중 우수한 결과는 (주)테라베스트와 공동으로 Journal of Drug Targeting (2022, 30: 792, <a href="https://doi.org/10.1080/1061186X.2022.2069781">https://doi.org/10.1080/1061186X.2022.2069781</a>)에 논문으로 출판하였음.</p> <p>JOURNAL OF DRUG TARGETING  2022, VOL. 30, NO. 7, 792-799  <a href="https://doi.org/10.1080/1061186X.2022.2069781">https://doi.org/10.1080/1061186X.2022.2069781</a></p> <p>ORIGINAL ARTICLE </p> <p><b>Pulmonary delivery of a recombinant RAGE antagonist peptide derived from high-mobility group box-1 in a bleomycin-induced pulmonary fibrosis animal model</b></p> <p>Chunxian Piao<sup>a*</sup>, Chuanyu Zhuang<sup>a*</sup>, Min Kyung Ko<sup>b</sup>, Do Won Hwang<sup>b</sup> and Minhyung Lee<sup>a</sup></p> <p><sup>a</sup>Department of Bioengineering, College of Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea; <sup>b</sup>THERABEST, Co, Inc, Seoul, Korea</p>

[배경]

(주)일릭사파마텍은 참여교수 이민형이 등록한 ‘항암 및 항염증 활성을 갖는 약물 복합체 기술’ 특허를 한양대학교 산학협력단으로부터 기술이전 받았음. 특허에 포함된 항암 및 항염증 펩타이드의 최적화를 통하여, 성능의 개선과 경제성 확보가 필요하였음. (주)일릭사파마텍은 자사의 펩타이드 최적화를 위한 연구를 이민형 교수에게 의뢰하여 진행하고자 하였음.

[연구진행과정]

항염증 펩타이드는 high mobility group box-1의 B box에서 유래한 단백질로서, RAGE에 결합하는 부위와 핵지향 펩타이드 부분을 따로 분리하여 유전자 재조합 방법을 통하여 제조한 것임. 따라서, 그 트기가 30여개의 아미노산으로 구성되어 있으며, 화학적 합성으로는 생산단가 및 효율이 높지 않을 것으로 예상됨.



10

본 연구에서는 항염증 펩타이드의 크기를 감소시키기 위하여, 기존의 펩타이드에서부터 N-말단과 C-말단의 아미노산들이 제거된 다양한 길이의 펩타이드를 합성함. 일정한 간격으로 아미노산의 개수를 줄인 펩타이드의 항염증 효과를 평가하기 위해서 세포실험을 실행하였음.

다양한 펩타이드의 항염증 효과를 세포실험을 통하여, 염증성 cytokine의 억제 정도를 평가함으로써, 기능평가를 수행하였음. 세포 실험은 Raw264.7 세포를 lipopolysaccharide로 활성화 한 후에, 펩타이드를 다양한 양으로 처리하고, 24시간 후에 발현되는 염증성 cytokine의 양을 측정하려고 하였음. 이러한 실험을 통해서, 실제로 항염증 효과에 필요한 펩타이드의 크기를 확인하고, 개선된 성능의 펩타이드를 발굴하려고 하였음.

[결과]

기존의 펩타이드보다 크기가 1/2이상 감소된 펩타이드의 서열을 확정함. 펩타이드 길이의 변화에 따른 항염증 효과의 변화를 일릭사파마텍에 보고함.

### 3. 산학 간 인적/물적 교류

#### 3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적

##### ○ 산학 간 인적/물적 교류 전략



##### ○ 산학 간 물적 교류 실적

- 한양대학교 보유 장비들을 산업체에서 활용할 수 있도록 온라인 신청을 받고 윈스탑 서비스를 제공함.
- 한양대학교 서울캠퍼스 공동기기원 보유 장비 목록: 정밀 분석용 가스크로마토 질량분석기, 원소분석기, 투과전자현미경, 핵자기공명분광기, 시차주사열량계, MALDI-TOF, Cell Imaging System, X-ray CT 시스템, X-ray 형광분석기, 박막측정기, RT-PCR 등
- 한양대학교 의학연구지원센터 보유 장비 목록: FACS, Nanodrop Spectrophotometer, RT-PCR, Electroporator, Confocal Microscope 등
- 한양대학교 의학연구지원센터 보유 장비 목록: FACS, Nanodrop Spectrophotometer, RT-PCR, Electroporator, Confocal Microscope 등
- 한양대학교 공과대학 생명공학과 보유 장비 목록: Micro ELISA system, Microplate Luminometer, Zeta Sizer, FACS, FPLC, 전기방사기, GPC, HPLC, Imaging Box, Ultracentrifuge, Cryotome, 3D 바이오프린터 등
- 현재 보유하고 있는 장비를 (주)일릭사과마텍, (주)아토플랙스, (주)HDC폴리올, (주)심플플레닛, (주)동화약품, (주)진메디신, (주)코오롱 인더스트리, (주)시그널바이오, (주)슈퍼노바바이오, (주)커서스바이오, (주)알티엡 등 다양한 산업체에서 활용하고 있음.

##### ○ 산학 간 인적 교류 실적

- 산학 인적교류는 산학 협정, 자매결연 등과 같은 공식적인 협력관계를 중심으로 산학연 공동연구, 산학연 협동강좌 및 교육프로그램, 학술행사, 산업체 기술지도(자문), 기업 인턴십, 학연산 협동과정, 산학연 위원회 활동, 겸임교수 활용 등 다양한 형태로 추진 중임.

- **산업체 네트워크 구성:** 셀트리온, SK바이오랜드, SK케미칼, 삼성바이오에피스, 삼성바이오로직스, LG생활건강, LG화학, 한미약품, CJ, 대상, 유한양행, 종근당, 종근당바이오, 메디톡스, 동아제약, 동아에스티, 제일약품, 녹십자, 녹십자랩셀, 삼양사, 셀루메디, 파미셀, 휴온스, 한올바이오파마, 레고캠바이오, 코아시스템, 오스템, 대웅제약, 파멧신 등 30 여개 회사와 네트워크를 구축함.

- 산업체와의 MOU 체결 확대 [MOU 체결 기업체 목록, 총 11건]

순번	기업명	기업 소개	MOU 체결일
1	(주)일릭사파마텍	만성 염증질환 치료를 위한 저분자화합물 및 펩타이드 의약품 신약개발 회사	22. 06. 01.
2	(주)아토플렉스	연구개발 중심 분자진단 키트 및 장비를 제조/판매 사업 영위 스타트업 회사	22. 06. 22.
3	(주)HDC폴리올	HDC 현대EP의 계열 슈퍼엔지니어링 플라스틱인 PPS 사업 영위	22. 06. 27.
4	(주)심플플레닛	연구개발 중심의 그린바이오기술인 배양육을 연구개발 스타트업 회사	22. 06. 30.
5	(주)동화약품	한국 최초 의약품, 원료의약품 화장품의 제조 및 판매 제약사	22. 07. 27.
6	(주)진메디신	생명공학 기술을 이용한 항암바이러스 유전자 치료제 개발 기업	22. 08. 10.
7	(주)코오롱인더스트리	합성섬유, 재생섬유, 합성수지 등의 제조 사업 영위 코오롱 분할설립 회사	22. 12. 27.
8	(주)시그널바이오	뇌혈관장벽 투과기술 통한 암의 치료제 개발 연구개발 중심의 스타트업 회사	22. 10. 12.
9	(주)슈퍼노바바이오	세포신호전달조절기술을 통하여 치매, 암의 치료제 개발 스타트업 회사	23. 07. 21.
10	(주)커서스바이오	정량의 약물전달이 가능한 화장품 마이크로어레이 패치 개발 제조	23. 07. 31.
11	(주)알티엠	항체기반의 치료, 진단 및 예방 기술을 개발하는 회사	23. 08. 02.

• **산업체 현장 실무자 교육**

- **인턴십 및 현장실습 사업:** 본 교육연구단과 해당 기업체와의 계약을 통해 대학원생을 해당 기업체에 4-8주간 파견시켜 현장업무를 습득하게 함.
- 기업체에게 예비 연구인력의 조기 확보, 예비사원 사전교육 효과, 기업체 홍보 효과 등을 제공함. 학생에게는 재학기간 중 산업체 현장의 실질적 업무 지식 및 경험 습득, 졸업 후 조기 적응을 위한 업무 경험 기회 등을 제공함.

- **산업체 인턴십/현장실습 프로그램 운영 실적 [총 32건]**

순번	지도 교수	소속 구분	성명	산업체명	담당자	실습 내용
1	이동윤	나노바이오공학 융합연구실	김형식, 이시은, 프리실라리아, 박세원, 김지현, 박영재, 오유경, 윤혜림, 조형준, 추새연, 오승훈, 김주현	일릭사파마텍		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 연구실에서 개발하려는 나노의약품의 동물실험에 대한 기본 지식 습득함</li> <li>• 나노의약품의 동물실험에 대한 IBD 동물모델 관련한 분석 지식 습득함</li> <li>• qRT-PCR 사용방법에 대하여 지식을 습득함</li> <li>• 조직세포 배양하는 방법 및 유의 사항 등에 대한 지식을 습득함</li> </ul>
2	박희호	세포 및 나노 치료제 연구실	조현진, 박광열, 한다숨, 정아형, 이지현, 신영은	심플플레닛		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcine dermal 및 embryonic fibroblast에 적용할 inhibitor 농도 최적화함</li> <li>• 제작된 오가노이드가 뇌의 특성을 갖는지 분석하기 위해 뇌와 관련된 마커를 확인함</li> <li>• 근육 세포로 분화시키기 위한 단백질을 추가하여 배양육 생산에 필요한 배지 최적화함</li> </ul>
3	김용희	바이오의약 연구실	주승환, 서유하, 임한석,	커서스바이오		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마이크로니들 제작 방식을 최적화함</li> <li>• 마이크로니들 제작 방식 및 소재를 최적화함</li> </ul>
4	류성언	생명공학과 단백질 구조 및 설계	권민경, 이해림	시그널바이오		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뇌혈관 세포를 이용한 트랜스사이트시스 분석법 진행함</li> <li>• anti-hTTR 항체의 암세포 내 전달을 향상시키는 연구</li> </ul>

		연구실				과정을 습득함
5	신홍수	기능성 생체 재료 및 조직 공학 연구실	이정복, 박은지	랩투랩		<ul style="list-style-type: none"> <li>Labsphero를 이용해 제작할 스페로이드의 세포 담지량 최적화함</li> <li>줄기세포의 골연골 분화를 위한 재료를 포함하는 spheroid 제작함</li> </ul>
6	이근용	나노생체재료 연구실	이인영, 배유림	슈퍼노바 바이오		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lipid-polymer nanoparticle 제작을 위한 method 조건을 확립함</li> <li>Nanoparticle 제조를 위한 double emulsion method 조건을 확립함</li> </ul>
7	윤채욱	유전자 치료 연구실	이창범, 김영범	진메디신		<ul style="list-style-type: none"> <li>순수한 Virus solution을 얻기 위한 PEG down을 통한 정제 과정 최적화함</li> <li>개발한 바이러스의 항암 효과를 평가함</li> </ul>
8	이상경	면역 치료 연구실	강은화, 윤경주, 허서운	슈퍼노바 바이오		<ul style="list-style-type: none"> <li>Membrane coated PLGA nanoparticle 제작 조건 확립 및 nanoparticle의 quality test 진행함</li> <li>뇌세포로의 약물전달 효율을 측정함</li> </ul>

• **기업 연구원의 대학 겸임-초빙교수 임용 추진**

- 기업체 연구인력의 교육, 연구 능력 활용 제고를 위한 대학의 유인 시스템과 대학 연구 인력의 기술 자문, 첨단기술 공동 참여 등 기술이전-협업 시스템 강화를 통해서 겸임-초빙교수 임용을 지속적으로 추진 중.

• **참여교수의 기업체 기술 개발 참여 성과 [총 12건]**

- 기업체 수요에 부응하는 맞춤형 연구 수행 및 자문관련 목록

순번	교수	산업체명	기간	자문 내용
1	류성언	(주)시그널바이오	2021.09.-2022.06.	구조 기반 설계를 통하여 인터유킨-2를 이용한 부작용 최소화하는 항암제 선도물질 개발
2	류성언	(주)지뉴브	2022.01.-2022.12	수율이 높고 안정성이 개선된 신규 이중특이성항체를 삼차구조를 기반으로 설계하고 제조하는 기술 개발
3	박희호	(주)심플플래닛	2023.03.-2023.06.	배양육 대량생산에 대한 부유배양 관련 자문
4	신홍수	(주)미링커	2021.01.-2021.12	하이드로젤 형태 필러의 안정화와 관련된 실험과 최적의 공정 조건을 확립을 위한 기술 개발
5	신홍수	KCI	2022.01.-2022.12.	KCI가 현재 선도하는 화장품 원료 시장에 대한 현황 보고 및 의료/바이오 영역 확대 기회 자문
6	윤채욱	L&C BIO	2022.11.	콜라겐사용 조직보충제 메가카티(MegaCarti®)에 대한 CRO 의뢰에 대한 자문
7	이동운	(주)아토플렉스	2021.09.-2023.08.	신속진단키트의 센싱 개선에 대한 자문 차세대 분자 진단 분야에 대한 자료 수집 및 제공
8	이민형	(주)콜마홀딩스	2023.05.	박테리아 EV의 바이오의약품 개발에 대한 자문
9	이민형	(주)일릭사파마텍	2022.01.-2022.06	면역증치료제 개발 등에 협력 진행
10	이민형	(주)테라베스트	2020.01.-2020.12	세포치료제 및 엑소좀의 효능을 폐섬유화 동물모델에서 평가
11	이상경	(주)이플라스크	2022.08.	건성환반변성의 모델로 설치류와 토끼모델에서의 효능 평가 및 CRO 의뢰에 대한 자문
12	임태연	(주)슈퍼노바바이오	2021.01	국소적 피하지방 분해 기술로 미용성형 등을 위한 제품 개발

• **산학 간 특허공동 출원/등록 실적 [총 4건]**

- 기업체 수요에 부응하는 맞춤형 연구 수행의 결과로 특허를 공동출원함.

순번	국가	특허명	출원 등록	출원번호	참여 교수	출원 등록 날짜	출원인
1	대한민국	Fc 변이체를 포함하는 이중이합체 및 이의 제조방법	출원	10-2021-0153428	류성언	20211109	(주)지뉴브, 한양대학교

							산학협력단
2	대한민국	IL-2/IL-2R $\alpha$ ; Fc 융합단백질, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 약학 조성물	출원	10-2021-0182903	류성언	20211220	(주)지뉴브, 한양대학교 산학협력단
3	PCT	지방산 도입 고분자 나노입자 및 이의 용도	출원	PCT/KR2021/019527	이근용	20211221	(주)슈퍼노바바이오, 한양대학교 산학협력단
4	대한민국	지방산 도입 고분자 나노입자 및 이의 용도	출원	10-2021-0183501	이근용	20211221	(주)슈퍼노바바이오, 한양대학교 산학협력단

• 산업체 기술이전 실적 [총 106,250 천원, VAT포함]

계약명	기술 형태	발명자	계약 시작일	이전 기업명	거래 유형	기술료 수취방식	정액기술료 (계약, 천원)	입금일
국소 지방 감소형 기체 발포형 마이셀	특허	이근용	20.01.29	슈퍼노바바이오	양도	정액기술 (일시불)	11,000	21.03.22
지방산 도입 고분자 나노입자 및 이의 용도	특허	이근용	21.02.10	슈퍼노바바이오	양도	정액기술 (일시불)	11,000	21.05.17
Fas 신호전달 억제용 펩타이드를 포함하는 황반변성 예방 또는 치료용 조성물	특허	이상경	21.11.02	(주)시그넷 바이오텍	양도	정액기술 (일시불)	34,000	21.11.09
항암 및 항염증 활성을 갖는 약물 복합체 기술	특허	이민형	22.01.12	(주)일릭사과마텍	양도	정액기술 (일시불)	8,100	22.01.24
Microstructure based multi compound delivery system and its applicator	특허	김용희	22.07.20	(주)커서스 바이오	양도	정액기술 (일시불)	18,150	22.08.10
양친성 펩타이드를 이용한 수용성 황원의 미립자화 방법	특허	임태연	23.08.01	알티엠	양도	정액기술 (일시불)	20,900	23.08.01

• 산업체 공동연구 실적 [산학협력과제 20건, 총 1,946,397 천원, VAT 포함]

순번	참여교수	참여기업	공동연구 내용	연구기간	연구비 (천원, VAT 포함)
1	류성언	(주)지뉴브	구조 모델링 기반으로 목표 단백질이 부착된 Heterodimeric Fc의 개발	19.01.01.~ 22.12.31	165,000
2	이민형	(주)테라베스트	폐섬유화 질환 대상 엑소좀 치료기술 개발	20.01.01 ~ 20.12.31	27,500
3	이동윤	(주)케이비 바이오메드	파브리병 치료를 위한 유전자의 대량 생산 공정 개발	20.01.01 ~ 20.12.31	55,000
4	이상경	(주)시그넷 바이오텍	지방간염 치료목적 염증억제 펩티드 최적화 및 약물 후보물질 개발을 위한 효력시험	20.03.09 ~ 21.06.30	55,000
5	윤채욱	(주)진메디신	고분자결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제 개발	20.04.01.~ 25.03.31	330,000
6	이근용	(주)슈퍼노바 바이오	Scale-up 공정에서 제조된 기능성 나노입자의 세포 및 마우스에서의 독성시험	20.05.01 ~ 20.10.31	33,000
7	이근용	(주)슈퍼노바 바이오	지방산 도입 기체발생형 나노입자	20.07.01 ~ 20.12.31	4,000
8	윤채욱	(주)진메디신	아데노바이러스 기반 차세대 항암바이러스 개발	20.12.10 ~ 21.12.09	330,000
9	이근용	(주)슈퍼노바 바이오	약물 효능 및 안전성 평가	21.04.01 ~ 21.07.31	44,000
10	신홍수	(주)미링커	인체 이식용 필터의 특성 평가	21.06.01 ~ 22.05.31	12,000

11	박희호	(주)C제일제당	혈청대체단백소재의 세포 활성평가 연구	21.09.1.~ 2021.12.31	29,397
12	윤채욱	(주)진메디신	아데노바이러스 Surrogate를 이용한 마우스 종양모델에서의 안전성/유효성 검증	21.10.04 ~ 22.06.30.	580,000
13	신홍수	(재)양영재단	폴리페놀 기반 자가조립형 다기능성 미네랄 나노입자 제조 연구	21.12.23.~ 22.12.22	20,000
14	이민형	(주)일립사 파마텍	RBP 절단형 펩타이드 제작 및 염증세포모델에서 항염증 효능 검증	22.01.20.~ 22.06.30.	16,500
15	이근용	(주)슈퍼노바 바이오	GMP 공정에서 제조된 나노입자의 물성 평가	22.06.01.~ 22.09.30.	44,000
16	윤채욱	(주)디앤디 파마텍	바이러스 사용 혈액뇌장벽(BBB) 투과 시험	22.07.01.~ 22.10.31.	35,000
17	박희호	(주)엠디문	CAR-T 세포유래 나노베시클 엔지니어링을 통한 종양 미세환경 침투 및 면역 항암 광역학 치료제 개발	22.12.21.~ 23.12.21	55,000
18	이근용	(주)슈퍼노바 바이오	제조 약물의 항암효과 분석	23.08.01.~ 23.11.30.	44,000
19	박희호	(주)심플플래닛	돼지 체세포 유래 유도만능줄기세포 제작 및 세포 증식과 근육세포 분화 연구	23.11.01 ~ 24.04.30	55,000
20	윤채욱	(주)진메디신	뇌전증 유전자치료제 유효성 평가	24.01.01 ~ 24.06.30	12,000

### ○ 산학 간 인적/물적 교류 달성도

- 본 교육연구단은 최근 COVID-19로 인한 연구 위축 현황(연구비 수혜 제한)에도 불구하고 참여기간 동안 교수 1인당 평균 1억 9천만원의 산학연구비를 수혜하였고, 이는 당초 목표치를 달성함. 더불어 교수 1인당 평균 2개의 산학공동연구 과제를 수행하였음.



**시스템 구축 계획      산학공동 교육과정 비전 및 방향**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 첨단연구 장비/시설 확충</li> <li>• 탄력적/유연한 교과과정 개발 및 평형</li> <li>• 다양한 분야의 우수 교수진</li> <li>• 정부/산업체 연구과제 참여</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업체 네트워크 구축</li> <li>• 산학 공동학위 제도 활성화</li> <li>• 산업체 인사의 교원(겸직)채용 구축</li> <li>• 산업체 수요 맞춤 연구체계 구축</li> <li>• 기술 인프라 구축</li> <li>• 연구장비 인프라 구축</li> </ul> |
|---|---|

[교육연구단의 인적/물적 교류 달성도]