

『4단계 BK21사업』 혁신인재 양성사업(신산업 분야)
교육연구단 자체평가 결과보고서

접수번호	5199990514440									
신청분야	바이오헬스/혁신신약						단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야				
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류			
	분류명	생물공학	생물고분자공학	약학	약품제제	화학	생화학			
	비중(%)	40		30		30				
교육연구단명	국문) 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 영문) Education and Research Group for Biopharmaceutical Innovation Leader									
교육연구단장	소속	한양대학교 공과대학 생명공학과								
	직위									
	성명	국문	이근용		전화					
					팩스					
		영문	Lee, Kuen Yong		이동전화					
				E-mail						
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~212)	2차년도 (213~222)	3차년도 (223~232)	4차년도 (233~242)					
	국고지원금	312,900	697,320	625,194	771,503					
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간		2022.9.1.-2023.8.31.(12개월)								
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2023년 12 월 26 일</p>										

우수성과

□ 교육역량 대표 우수성과

(1) 현행 교과과정의 개선

○ 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대

- 바이오헬스/혁신신약분야에서 난치성, 퇴행성 질환의 치료를 위하여 연구되고 있는 신규 표적 발굴, 세포 및 유전자치료 등의 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료 기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식 제공.
- 신규 교과목 개설: 3차년도까지 신규개설된 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 생명과학기술, 세포이미징기술, 면역세포치료제특론, 분석생화학에 추가하여, 4차년도에는 단백질설계, 생체모사공학설계, 응용생화학설계를 추가로 개설하였음.

○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 3차년도까지 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학이 개설되었으며, 기존의 일반과목이었던 생명공학실험학도 신규 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음. 4차년도에는 단백질설계가 IC-PBL+ 교과목으로 추가로 개설되었으며, 생체재료특론이 일반과목에서 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음.

대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리엑티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그네티바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	분석생화학	(주)시그네티바이오	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	생명공학실험학	(주)알티엡, (주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 과목으로 개편
석사과정, 박사과정	생체재료특론	(주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 과목으로 개편
석사과정, 박사과정	단백질설계	(주)시그네티바이오, (주)지뉴브	신규개설 완료

- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영

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

○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- ‘생명공학실험학’ 교과목 운영: 생명공학연구에 필요한 실험기술을 제공하는 생명공학실험학을 IC-PBL+ 과목으로 운영하여 학생들의 주도적 참여로 진행되는 과목으로 개편하였음. 필수교과목으로 지정하여 운영함.

- 석사논문연구 및 박사논문연구 운영: 학생 개인별 연구주제를 제공하고, 토론 및 지도를 통한 심화연구 교육 실시

○ 융합 교육과정 개선

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

○ 국제화를 위한 교육 확대

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3), 2021년 2학기 66% (2/3), 2022년 1학기 33% (1/3), 2022년 2학기 66% (2/3), 2023년 1학기 66% (2/3)을 차지하여, 전체 약 50%의 비율을 차지함. 사업 시행 전 35%에서 지속적으로 확대되고 있음.
- 외국인 대학원생 유치: 2023년 1학기 프리실라 리아 박사과정 신입생
- 국제학술대회 발표: 18건의 대학원생 국제학술대회 발표

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

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

	현행	개선 계획	개선 진행 결과
이수학점	석사: 26학점 이상 박사: 37학점 이상 석박사통합: 58학점 이상	현행유지	현행유지
이수필수과목	석사논문연구, 박사논문연구 1, 2, 생명공학실험학	현행유지	현행유지
선택과목	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화	특화된 교육 트랙 제공 (난양공대의 장점 반영)	트랙 구성을 위한 9과목 신규 개설
실험 및 기타교육	세미나 1/2, 생명공학 실험학	현행유지	현행유지
산업체 연계 교과과목	바이오창업의 이해, 생화학특론2 등 2과목 IC-PBL+ 운영	IC-PBL+ 운영 확대 (6과목 신설) (한양대학교의 장점 확대)	IC-PBL+ 6과목 추가 (총 8과목 개설)
Lab rotation	시행하지 않음	박사과정학생 신청자 위주 운영 (유타대학교의 장점 반영)	박사과정 신청자 12명 실시
Teaching Assistant 제도	의무사항 아님	박사과정생 1회 이상 시행 (난양공대와 유타대학교의 장점 반영)	박사과정생 1회 이상 시행
세미나 발표의무	세미나 1회 이상 의무	현행유지	현행유지
타 전공 과목 수강	타 전공과목 인정	전공 간 연계강좌 개설 및 타 전공과목 수강 권장	타 전공과목 수강 권장

○ 특화된 교육 트랙 정립

- 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업체 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비. 9과목 신규과목 개설 (생명과학기술, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발 연구실습, 세포이미징기술, 면역세포 치료제특론, 분석생화학, 단백질설계, 생체모사공학설계, 응용생화학설계)
- 산업계와의 연계 교육 강화: 6과목의 IC-PBL+ 교과목 신규 개설 및 개편

- 바이오창업교육 강화: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 유지
- 전공융합교육 강화: 생물정보데이터베이스 활용 과목 개설, 의대 기초과목의 수강 권장
- 대학원생 연구주제 선택권 강화: 박사과정 진입학생 중, 12명의 학생 lab rotation 실시 (2022년 1학기 2명, 2022년 2학기 2명, 2023년 1학기 8명, 평균 2개월에 걸쳐 2개의 연구실에서 연구활동 실시)
- 특허교육 및 기술사업화 교육: ‘바이오 창업의 이해’ 교과목에서 특허교육 및 기술사업화 교육 실시

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성

전공심화교육	전공융합교육	산업계연계 교육 (IC-PBL+)	학생주도 창의연구
세포치료제	생체융합재료특론	생화학특론 2	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	바이오창업의 이해	시스템생물학설계
면역학 특론	당뇨학특론	생명공학실험학	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	응용핵산생화학	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	항암바이러스 개발연구실습	신규개설완료 교과목 :
생명공학세미나 1,2	면역세포치료제특론	분석생화학	타 기관 연계 교과목 :
약물전달학특론	세포이미징기술	단백질설계	개설예정교과목
생화학특론 1	생명과학기술	생체재료특론	
의료용 고분자	구조단백체 이용기술	인간유전체학	
종양생물학	생명정보데이터베이스 활용		
조직공학특론	생물정보학		

[바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성(신규개설 및 개설예정 교과목 포함)]

(3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

○ **실험실 인턴 실시**: ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함. ‘실용공학연구’에서는 각 연구실별로 주어진 연구주제를 제시하고, 학부학생이 참여할 연구실을 선정한 후, 실습활동을 통하여 연구를 수행하는 과목임. 2022년 2학기에 규모가 임시 축소되었으나, 2023년 1학기에 다시 활성화됨.

- 2020년 2학기: 참여학생 12명, 참여교수 7명
- 2021년 1학기: 참여학생 5명, 참여교수 3명
- 2021년 2학기: 참여학생 16명, 참여교수 5명
- 2022년 1학기: 참여학생 18명, 참여교수 5명
- 2022년 2학기: 참여학생 4명, 참여교수 1명
- 2023년 1학기: 참여학생 12명, 참여교수 4명

○ **대학원 입시전형 설명회 실시**

- 2021년 1학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기, 2022년 2학기, 2023년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여

○ 학과 및 관련 홈페이지 강화

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

(4) 대학원생 학술활동 지원

- **인센티브 제도 도입**: 2022년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금을 6명에게 차등 지급(2023년도 인센티브도 지급 예정)
- **국제학술활동 지원**: 11건의 국제학술대회 발표
- **국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화**
 - 생명공학세미나를 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의
- 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여: IC-PBL+ 신규교과목을 개설하여, 산업체 연계 교육을 강화. IAB의 운영을 개선하여, 대학본부, 공과대학, 학과의 유기적인 개선 시스템 구축
- 학생지원을 통한 성과

	건수	비고
학술논문 발표	23편	ADVANCED MATERIALS (IF: 30.84)등 SCI 논문
학술대회 발표	11편	ESB 2022 외
졸업자 취업현황	취업 12명, 진학 2명 (졸업생 16명)	86% 취업률

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 23편을 기간 중에 발표하였고, 편당 평균 impact factor가 9.93로서 연구의 우수성을 입증

(5) 신진연구인력 지원

○ 박사후연구원:

- 논문 실적: (2022년 11월 15일) Pulmonary delivery of curcumin-loaded glycyrrhizic acid nanoparticles for anti-inflammatory therapy, BIOMATERIALS SCIENCE
- 논문 실적 : (2023년 5월 2일) Hybrid nanoparticles with cell membrane and dexamethasone-conjugated polymer for gene delivery into the lungs as therapy for acute lung injury, BIOMATERIALS SCIENCE

○ 박사후연구원:

- 논문 실적: (2023년 1월 1일) Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction, ACS NANO

○ 박사후연구원:

- 논문 실적: (2022년 9월 7일) Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring, THERANOSTICS

- 논문 실적: (2023년 2월 22일) Engineered Aurotherapy for the Multimodal Treatment of Glioblastoma, BRAIN TUMOR RESEARCH AND TREATMENT
- 논문 실적: (2023년 2월 22일) Gastrointestinally absorbable lactoferrin-heparin conjugate with anti-angiogenic activity for treatment of brain tumor, JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE
- 논문 실적: (2023년 5월 13일) A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma, NATURE COMMUNICATIONS
- 논문 실적: (2023년 5월 20일) Inhibition of DAMP actions in the tumoral microenvironment using lactoferrin-glycyrrhizin conjugate for glioblastoma therapy, BIOMATERIALS RESEARCH
- 논문 실적: (2023년 5월 28일) Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity, SMALL
- 논문 실적: (2023년 8월 19일) Photosensitizing deep-seated cancer cells with photoprotein-conjugated upconversion nanoparticles, ADVANCED SCIENCE

○ 박사후연구원:

- 논문 실적 : (2022년 9월 16일) Composite multi-cellular spheroids containing fibers with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells, MACROMOLECULAR BIOSCIENCE

□ 연구역량 대표 우수성과

○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되는 추세를 반영하고 있고, 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 본 사업단의 취지와 적합하다고 볼 수 있음. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 20 이상의 상위 논문(Advanced Materials), IF 10 이상의 상위 논문(Nature Communications, ACS Nano, Advanced Science, Small, Journal of Controlled Release, Journal of Nanobiotechnology, Bioengineering & Translational Medicine, Theranostics, Biomaterials Research, Nano Convergence)을 다수 게재함으로써 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있으며 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오향약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상해나가고 있음.
- Dissolvable Self-Locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy: 피부암에 적용될 수 있는 마이크로니들을 활용한 면역항암치료의 새로운 패러다임을 제시함. 면역관문저해제 및 면역활성제의 동시 투여로 효과적인 항종양 효과를 얻어냄. 해당 연구는 Advanced Materials (IF 29.4, WILEY-V C H VERLAG GMB 분야 상위 3%)에 게재하였음 (김용희 교수).
- Intracellular Glucose-Depriving Polymer Micelles for Antiglycolytic Cancer Treatment: 암세포 내 포도당 대사를 제어함으로써 항암치료제로 사용가능한 다 기능성 나노입자와 관련한 연구로서, 암치료의 새로운 접근법을 제시하였음. 해당 연구는 Advanced Materials (IF 29.4), WILEY-V C H VERLAG GMB 분야 상위 3%)에 게재됨 (이근용 교수).

○ 연구단의 연구비 특허 실적 우수성

- 본 연구단에서는 지난 1년 동안 14건의 특허 등록, 10건의 특허를 출원하였음. 그 중 8건은 국내

특허이며 16건의 국제특허 (미국 및 개별국) 등록 실적을 보유함. 이는 연구단 참여교수들이 지적 재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.

- 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼 수 있음. 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주체의 도출을 유도하고, 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 향상을 추진하고 있음.
- 김용희 교수는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자를 전달하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체를 개발함. 이는 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임 (이중 플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체, 등록일: 20220302, 등록번호: 3483275).
- 류성언 교수는 기존의 치매 치료제들은 뇌혈관장벽 투과의 어려움 때문에 효능이 제한적이었는데 본 특허에서는 뇌혈관장벽을 원활히 투과할 수 있는 항체 및 항체돌연변이의 이용기술을 제공함. 향후 효과적인 치매치료제 및 다른뇌질환 치료제의 뇌전달을 통한 효과적인 치료제 개발에 사용가능함 (PTPSIGMA-FC FUSION PROTEIN AND PHARMACEUTICAL COMPOSITION COMPRISING SAME, 국가: 유럽, 출원일: 20230310, 출원번호 18/044,962).
- 신흥수 교수는 폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체 골조직 재생을 위해 기존에 갈슘, 인산과 같은 골재생 효과를 갖는 미네랄 전달을 위한 바이오미네랄 제작 기술이 있었지만 입자 형성 시간 및 에너지가 많이 소요되어 경제성, 시간적 소모가 심함. 본 연구에서는 이러한 점을 극복하기 위해 모의체액 기반 버퍼에 금속이온과 빠르게 결합이 가능한 폴리페놀의 조합을 통해 다양한 금속이온과 폴리페놀의 조합으로 코팅, 나노입자 제작이 가능한 방식을 개발하였음. 이를 통해 PCL 나노섬유시트를 미네랄화한 복합체를 제작 후 3차원 줄기세포 구조체와 함께 배양하여 항산화 및 골분화 효능을 확인함. 마우스 두개골 결손 모델을 통해서도 향상된 치료 효과 및 혈관화된 골 조직 재생 효과를 확인함 (폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체, 등록일: 20200615, 등록번호: 10-2020-0072515).
- 윤채옥 교수는 릴랙신 유전자를 포함하는 유전자 전달 시스템 및 릴랙신을 이용한 약제학적 조성물-본 발명에서는 릴랙신 유전자(세포외 기질을 분해하는 유전자)를 발현하는 유전자 전달체를 개발하여 미국특허를 등록하였음. 릴랙신을 발현하는 유전자치료제는 투여된 조직내의 세포외 기질을 분해하고 유전자 치료제의 조직내 분포를 증가시킬 뿐 아니라 약물과 병용투여한 경우 약물의 분포도 증진시키는 강점이 있음. 이는 종양치료 뿐 아니라, 과도한 세포외기질의 발현에 의해 발병되는 다양한 질환(심혈관, 호흡기, 피부질환) 등에 폭넓게 활용될 가능성이 매우 높음 (Gene Delivery System Containing Relaxin Gene and Pharmaceutical Composition Using Relaxin, 국가: 미국, 출원일: 20221028, 출원번호: 17/976,062).
- 이동윤 교수는 제2형 당뇨병 치료하기 위해 락토페린 기반의 유전자 전달체를 개발하여 국내 특

허뿐만 아니라 미국 특허도 등록되었음. 이 락토페린 기반의 유전자 전달체는 경구로 투여 시 소장 상피에 있는 LRP 수용체(락토페린 수용체)를 통하여 체내로 흡수될 수 있으며 표적 유전자를 생체 내로 전달하여 발현시킬 수 있음. 또한 생체적합성 고분자 백본으로 만들어지기 때문에 시간이 지나 스스로 분해되어 부작용이 낮음 (LACTOFERRIN-BASED GENE CARRIER FOR TYPE 2 DIABETES TREATMENT, 국가: 미국, 등록일: 20200326, 등록번호: 16/651,195).

○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년)에서 2022.9.1.-2023.9.1.에는 642,298 천원(년)으로 증가하였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 지난 1년 간 연구단 참여 교수들의 연구비 수혜는 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.

□ 산학협력 대표 우수성과

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 76,900 천원의 산학연구비를 수주하여, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 평균 33,000 천원 대비 초과 수주 실적을 확보하였음.
- 10건의 산업체 관련 기술자문(콜마홀딩스, 아토플렉스, 지뉴브, 시그널바이오, KCI, L&C BIO, 심플플래닛)등을 수행하여, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음.

○ 참여 교수의 산학협력 실적 우수성

- 김용희 교수는 (주)커서스바이오를 설립하여 생분해 마이크로니들을 활용하여 화장품과 의약품 분야에서 혁신적인 제품 개발을 진행 중임. 커서스바이오는 2022년 기준으로 약 160억 원의 기술적 가치를 평가받았으며, 2024년부터는 화장품용 마이크로니들 제품을 대량 생산할 계획임.
- 류성언 교수는 뇌혈관장벽 통과효율이 향상된 항 인간 트랜스페린 수용체 항체, 및 이를 이용한 다중특이적 항체 및 약학 조성물: 기존의 치매 치료제들은 뇌혈관장벽 투과의 어려움 때문에 효능이 제한적이었는데 본 특허에서는 뇌혈관장벽을 원활히 투과할 수 있는 항체 및 항체돌연변이의 이용기술을 제공함. 향후 효과적인 치매치료제 및 다른뇌질환 치료제의 뇌전달을 통한 효과적인 치료제 개발에 사용가능한 특허를 등록함.
- 류성언 교수는 (주)시그널바이오 회사를 설립하고 신규개발한 뇌혈관장벽투과기술을 이용하여 기존보다 월등히 효과가 개선된 치매치료제를 개발하고 있음. 치매 이외에 파킨슨병, 헌팅턴병의 치료제 개발에도 적용하고 있음. 본 기술은 트랜스페린 수용체 항체의 구조기반 설계에 따른 것으로 구조기반 단백질 설계 기법을 성공적으로 질환치료제 개발하였음.
- 신흥수 교수는 폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체 골조직 재생을 위해 기존에 칼슘, 인산과 같은 골재생 효과를 갖는 미네랄 전달을 위한 바이오미네랄 제작 기술이 있었지만 입자 형성 시간 및 에너지가 많이 소요되어 경제적, 시간적 소모가 심함. 본 연구에서는 이러한 점을 극복하기 위해 모의체액 기반 버퍼에 금속이온과 빠르게 결합이 가능한 폴리페놀의 조합을 통해 다양한 금속이온과 폴리페놀의 조합으로 코팅, 나노입자 제작이 가능한 방식을 개발하였음. 이를 통해 PCL 나노섬유시트를 미네랄화한 복합체를 제작 후 3차원 줄기세포 구조체와 함께 배양하여 항산화 및 골분화 효능을 확인함. 마우스

두개골 결손 모델을 통해서도 향상된 치료 효과 및 혈관화된 골 조직 재생 효과를 확인함.

- 윤채옥 교수는 릴렉신 유전자를 포함하는 유전자 전달 시스템 및 릴렉신을 이용한 약제학적 조성물-본 발명에서는 릴렉신 유전자(세포외 기질을 분해하는 유전자)를 발현하는 유전자 전달체를 개발하여 미국특허를 등록하였음. 릴렉신을 발현하는 유전자치료제는 투여된 조직내의 세포외 기질을 분해하고 유전자 치료제의 조직내 분포를 증가시킬 뿐 아니라 약물과 병용투여한 경우 약물의 분포도 증진시키는 강점이 있음. 이는 종양치료 뿐 아니라, 과도한 세포외기질의 발현에 의해 발병되는 다양한 질환(심혈관, 호흡기, 피부질환) 등에 폭넓게 활용될 가능성이 매우 높음.
- 이동윤 교수는 제2형 당뇨병 치료하기 위해 락토페린 기반의 유전자 전달체를 개발하여 국내 특허뿐만 아니라 미국 특허도 등록되었음. 이 락토페린 기반의 유전자 전달체는 경구로 투여 시 소장 상피에 있는 LRP 수용체(락토페린 수용체)를 통하여 체내로 흡수될 수 있으며 표적 유전자를 생체 내로 전달하여 발현시킬 수 있음. 또한 생체적합성 고분자 백본으로 만들어지기 때문에 시간이 지나 스스로 분해되어 부작용이 낮음.
- 이동윤 교수는 2021년 1월에 (주)일릭사 파마텍을 설립하였고, 2022년 10월에 벤처기업 인증을 받음. 2022년 11월에 교육부 한국연구재단에서 한국기술지주화사협회장상을 받았음. 2023년 5월 서울시 주관 캠퍼스타운 입주기업으로 선정되었고, VC 투자사로부터 투자금 유치 및 2023년 7월에 중소벤처기업부의 딥테크 딥스과제에 선정되어 신약개발을 충실히 수행 중임.

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획

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



교육연구단 자체평가 결과

교육역량 영역

○ 교육과정의 개선

- 바이오헬스/혁신신약분야의 신규과목 개설
- 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선: IC-PBL+ 4개 과목 신규 개설 및 기존 2개 과목 개편. 바이오창업의 이해 운영, 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화
- 생명공학실험학 과목 운영으로 실험기술교육 실시
- 타전공 연관과목의 전공수강 인정
- 국제화를 위한 교육 확대: 영어전용 강의 50%로 확대, 외국인 대학원생 유치, 17건의 국제학술대회 발표, 국제심포지엄 개최
- 11편의 신진연구인력 논문 발표

○ 해외대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획

- 특화된 교육 트랙 정립 및 교과목 신설로 교육 트랙 개선
- 바이오창업 교육: ‘바이오창업의 이해’ 에서 특허 교육 및 기술사업화 교육 실시
- 산업계 연계 교육 강화: 신규 IC-PBL+ 4과목 개설 및 기존 2과목 전환, 신규 IAB위원 위촉

○ 우수 대학원생 확보

- 학부학생들의 실험실 인턴 실시(실용공학연구 활동으로 2022년 2학기 4명, 2023년 1학기 12명 참여)
- 2022년 2학기, 2023년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여 및 오픈랩 실시
- BK21 FOUR 교육연구단 홈페이지를 개설 및 운영하여 사업 관련 정보 제공

○ 대학원생 학술활동 지원

- 학술논문 발표 23건(평균 impact factor: 9.93), 11건의 국제학술대회 발표, 취업률 86% 달성
- IC-PBL+ 과목을 통하여 산업체 현장문제 해결 동기 부여
- 6명의 연구 우수 대학원생들에게 인센티브 장학금 지급

○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원

- 박사후연구원 2명 지원, 논문 11편 발표
- 신진연구인력의 계약기간 보장, 연구 및 행정 지원
- 박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영

○ 교육 프로그램의 국제화

- 국제심포지엄 개최 및 정례 생명공학세미나에 의한 해외학자 강연
- 국제학술대회 발표지원, 외국학생 유치, 모든 학위 논문 영어작성

연구역량 영역

○ IF 20 이상의 상위 논문(Advanced Materials) 및 IF 10 이상의 상위 논문(Nature Communications, ACS Nano, Advanced Science, Small, Journal of Controlled Release, Journal of Nanobiotechnology, Bioengineering & Translational Medicine, Theranostics, Biomaterials Research, Nano Convergence 등) 다수 발표. 총 IF 에 대한 편수 환산은 11.5438로 연구의 질적 향상 도모

○ 지난 1년 동안 특허 등록 14건 및 특허 출원 10건(국내특허 8건, 국제특허 16건)

○ 지난 1년간 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609

천원(년) 에서 642,298 천원(년)으로 증가

- 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축 활성화 기대

산학협력 영역

- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 76,900 천원의 산학연구비를 수주하여, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000 천원 연구비(33,000 천원/인/년) 대비 초과 수주 실적을 확보
- 7건의 산업체 관련 기술자문 등 계획대로 꾸준히 산학협력 수행

차년도 추진계획

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

교육역량 영역 평가 - 이민형 교수 [한양대학교]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<p>- 본 사업단은 6가지 분야에 중점을 두고 교육과정 개선사업을 진행하였음. 그 결과로 4차년도에는 다음과 같은 명확한 성과를 보여주었음.</p> <p>1) IC-PBL+ 과목 확충하여 당초 목표로 한 8개 과목의 IC-PBL+ 교과목 개설을 달성함. 이를 통한 산업계 연계교육이 활성화됨.</p> <p>2) 박사과정 신입생들의 Lab rotation 제도가 정착되어, 지난 년도보다 많은 학생들이 Lab rotation에 참여하고 다양한 연구주제를 경험할 수 있었음.</p> <p>3) 추가 개설된 교과목을 통하여 학생들이 진로에 맞게 특화된 교육트랙을 수강할 수 있게 되었으며, 특히 학생주도 연구활동 관련과목이 활성화 되었음.</p> <p>4) 기업체 인턴 실습이 강화되어, 보다 많은 학생들이 산업계의 요구사항 및 활동을 경험할 수 있게 되었음.</p> <p>5) 전공융합교육, 학사관리강화 및 창업관련 교육이 유지되었음.</p> <p>종합적으로 4차년도에는 기존보다 교육과정 관련 질적, 제도적 개선이 이루어졌으며, 당초 목표 달성에 많이 접근하였음.</p>									

교육역량 영역 평가 - 유기현 연구소장 [심플플래닛]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<p>- 본 사업단은 빠르게 변화하는 바이오의약 시장에 맞춰 혁신인재 양성을 목표로 교육과정 개선을 진행하였음. 그 결과로 4차년도에 다양한 성과를 보여주었음.</p> <p>(1) 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선 및 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화로 산학 연계교육이 활성화됨.</p> <p>(2) 학부생들의 실험실 인턴 실시를 통한 우수 대학원생 확보 및 박사과정 신입생들의 Lab rotation 제도 정착으로 다양한 연구주제 경험을 통한 진로 선택으로 학생 교육/연구몰입도 증진에 도움을 주었음.</p> <p>(3) 우수 신진연구인력 확보 및 지원으로 학문후속세대 가치 창출 고도화가 되었음.</p> <p>(4) 글로벌 인재 양성을 위한 교육 프로그램의 국제화를 통해 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업을 위한 교육체계가 구축되었음.</p>									

연구역량 영역 평가 - 박희호 교수 [한양대학교]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> 본 사업단은 논문의 양적 증가뿐만 아니라 질적 증가를 적극적으로 유도하였으며, 그 결과로 4차년도에는 다음과 같은 명확한 성과를 보여주었음. 지난 1년 동안 참여교수 1인당 5.8편/년의 국제저명학술지(SCI/E 등재지 제외) 논문을 발표하였고, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 5.1편/년 대비 초과 수주 실적을 확보하였음. 총 IF에 대한 편수 환산은 2021.09~2022.08 기간 7.498에서 2022.09~2023.08 기간 11.543으로 향상하였음. 따라서, 연구의 양적인 증가와 더불어 질적인 수월성에 대한 가중치가 높아진 것을 확인함. 특히, IF 20이상의 상위 논문(Advanced Materials), IF 10이상의 상위 논문(Nature Communications, ACS Nano, Advanced Science, Small, Journal of Controlled Release, Journal of Nanobiotechnology, Bioengineering & Translational Medicine, Theranostics, Biomaterials Research, Nano Convergence)을 게재함으로써 연구의 질적 향상을 확인함. 코로나 감염 확산 등으로 인하여 산업체 네트워킹의 어려움, 국제공동연구 및 타 기관과의 공동연구가 서서히 풀리면서, 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적, 국제공동연구 실적, 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 등 융복합적 글로벌연구역량도 꾸준히 증가하고 있음. 									

연구역량 영역 평가 - 유기현 연구소장 [심플플래닛]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<p>- 본 사업단은 연구의 질적 향상을 적극적으로 유도하여 4차년도에 다음과 같은 성과를 도출하였음.</p> <p>(1) 논문의 양적 증가뿐만 아니라 질적 향상으로 총 IF에 대한 편수 환산은 3차년도 대비 154% 향상 (7.498 → 11.543) 하였음.</p> <p>(2) IF 20 이상의 상위 논문 (Advanced Materials), IF 10 이상의 상위 논문 (Nature Communications, ACS Nano) 등에 논문 게재를 통해 질적 향상을 보여주었음.</p> <p>(3) 산학연 협력 연구과제 수주 및 참여교수의 다양한 국내외 교류 실적 등이 증가하였음.</p>									

산학협력 영역평가 - 이동운 교수 [한양대학교]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> 지난 1년 동안 참여교수 1인당 71,4000 천원의 산학연구비를 수주하여, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 평균 33,000 천원 대비 초과 수주 실적을 확보하였음. 참여 대학원생의 산업체 인턴십/현장실습 프로그램을 성실히 수행 함. 학위논문에 대한 산업체 공동지도 실적 달성. 10건의 산업체 관련 기술자문(콜마홀딩스, 아토플렉스, 지뉴브, 시그널바이오, KCI, L&C BIO, 심플플래닛) 등을 수행하여, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음. 참여교수들의 창업 실적이 우수하고, 산업체 자문 활동을 성실히 수행 중임. 참여교수들의 연구비 수주뿐만 아니라 기술이전을 통한 사업화 실적 달성. 추후 지속적인 성과가 창출될 것으로 기대됨. 									

산학협력 영역평가 - 유기현 연구소장 [심플플래닛]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> 본 사업단은 4차년도에 참여교수 1인당 평균 연구비 수주에서 당초 계획 대비 233% 증가(33,000천원 → 76,900 천원)하였음. 산학협력 프로그램의 지속적인 관리를 통해 학위논문에 대한 산업체 공동지도 실적 달성 및 7건의 산업체 관련 기술자문 등 계획대로 성실히 수행하였음. 									