



『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)

교육연구단(팀) 자체평가보고서

접수번호											
사업 분야	응용	신청분야	의학	단위	지역	구분	교육연구단				
기술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야					
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류				
	분류명	생리학	피지음	생리학	병태생리학	생화학	분자생화학				
	비중(%)	50		30		20					
교육연구단(팀)명	국문) 미래의과학 선도 글로벌인재 양성 교육연구단 영문) Graduate program for the next generation global leaders in biomedical science										
교육연구단(팀)장	소 속	연세대학교 일반대학원 글로벌의생명학과									
	직 위	글로벌의생명학과 대학원위원장									
	성명	국문	차승규	전화							
		영문	Seung-Kuy Cha	팩스							
				이동전화							
		E-mail									
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (209~212)	2차년도 (213~222)	3차년도 (223~232)	4차년도 (233~242)	5차년도 (243~252)					
	국고지원금					450.11					
총 사업기간	2020.9.1.(2024.3.1.)-2027.8.31.(84개월)										
자체평가 대상기간	2024.3.1.-2024.8.31.(6개월)										
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 제단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2024년 11월 12일</p>											
작성자	교육연구단(팀)장				차 승 규						
확인자	연세대학교 원주산학협력단장				기 재 홍						

<자체평가 보고서 요약문>

중심어	미래의생명과학	질환제어 중개연구	연구중심 혁신 교육프로그램
	창의 혁신	차세대 융합형 인재	글로벌 선도 연구네트워크
	첨단 바이오	지역기반 산학연병 생태계 조성	현장수요 연계형 인재육성
교육연구단(팀)의 비전과 목표 달성정도	1. 미래의과학선도 글로벌 인재 양성 교육연구단의 미래비전 가. 미래 의과학과 첨단바이오산업을 선도하는 융합형 혁신인재 양성 나. 성과 <ol style="list-style-type: none"> 2024년도 글로벌선도연구센터(MRC, 세포소기관 의학연구센터) 신규 과제 선정으로 미래 의과학과 첨단바이오 산업을 선도하는 연구를 수행 할 수 있는 기반 마련(총 연구비 117억/7년) 과학기술정보통신부와 한국연구재단 선정 2024년 바이오·의료기술개발사업 수주 (25억/3년)를 통한 대학원 글로벌의생명학과, 의료정보통계학과, 의학과가 함께 참여하는 기초의과학, 인공지능 및 데이터과학, 임상중개연구 융합형 혁신인재 양성을 위한 교육과정 개설 토대 마련 		
	2. 교육연구단의 목표 - Y.ON.SE.I 가. Y.ON.SE.I <ol style="list-style-type: none"> Yield excellence [우수한 융합형 혁신인재]: <ul style="list-style-type: none"> 첨단바이오산업분야를 선도할 수 있는 우수하고 탁월한 창의적 융합 인재양성 Opening New Frontiers [선도적 연구역량] <ul style="list-style-type: none"> 새로운 연구 패러다임 제시를 통한 첨단바이오 연구 선도 Strategically Empowering Societal Solutions [지역&사회문제해결 강화] <ul style="list-style-type: none"> 지역·사회 문제 해결책 제시 및 지역특화(첨단 바이오의약, 디지털 바이오헬스) 기여 현장중심형 인재양성 Innovating Global Impact [혁신적 글로벌 임팩트] <ul style="list-style-type: none"> 글로벌 난제에 대한 창의적인 해결책을 제시하는 경쟁력을 갖춘 도전적 인재양성 나. 성과 <ol style="list-style-type: none"> 바이오의료기술개발 사업 수주를 기반으로 ‘바이오디지털융합학과’ 운영 협의체 구성에 참여 융합 혁신인재 양성을 위한 교육과정의 기틀을 마련함 연구 고도화 및 교육의 다양성을 위해 우수한 참여교수 영입(기초 2명/데이터과학 및 임상 1명) 진행 중 BK21 교육과정 및 연구활성화를 위한 홈페이지 구축 연구수행 인프라 구축: BK21 참여교수 및 학생을 위한 신규 연구공간 확보(의학관 401호) 및 연구 인프라 확충. 신임 BK21 교수의 새로운 연구실 구축을 통한 연구 안정성 확보 교육환경 개선: BK21 전용 강의실 확보(의학관 204호), BK21 대형 강의를 위한 시스템 업그레이드 		
교육역량 영역 성과	교육역량 목표 달성을 위한 전략 및 성과 • 미래인재 양성사업 재선정 평가 신청서에서 교육역량 목표 달성을 위한 전략(전략 1-5)과 이에 대한 성과		
	전략1	학위과정 완성을 위한 안정적이고 포괄적인 교육·연구 지원 및 몰입환경 조성	
	성과	<ul style="list-style-type: none"> BK21 대학원생 전용 대학원 강의실 구축, 소형 및 대형 강의실 시스템 개선을 통한 교육 환경개선 선도연구센터 공간의 추가 연구공간 마련 및 연구기자재 도입을 통한 연구 몰입환경 개선 BK21 지원외 교학부 지원을 통한 학생 생활비 인상을 통한 학업 및 연구 몰입환경 강화 	
	전략2	개인별 역량 평가에 근거한 학생중심적 교육·연구 환경 구축	
	성과	매학기 학생 Research & Carrer Progress Review 작성 → 지도교수 피드백	

		시스템 구축을 통한 개인별 역량 개발 환류 시스템 마련 <ul style="list-style-type: none">• 콜로퀴움, 의생명과학연구지도 필수과목을 통한 학생 개인별, 학생 역량 맞춤형 연구지도 강화• 선택과목의 폭을 넓혀 다양한 학문영역을 학습할 수 있도록 유도	
	전략3	지역·사회 건강 문제에 대응할 수 있는 융합적 혁신적 사고력을 가진 인재 양성	
	성과	<ul style="list-style-type: none">• 강원 지역 최고 인프라와 역량을 활용한 디지털바이오 전문인력 양성 및 융합기술개발을 목표로 하는‘바이오디지털융합학과’ 운영 협의체 참여• 맞춤형 표적 항암치료제를 위한 항암치료 유전자 플랫폼 개발을 주도하는 (주)온코인과 산학협력 및 현장중심 인재 양성을 위한 교류협력. 현재 BK21 학문후속세대 및 대학원생의 현장 학습 운영중• 세포소기관 의학, 대사/퇴행성질환 특화과목 개설 및 운영	
	전략4	생애 전주기 맞춤형 연구자 지원체계 확립	
	성과	<div>1) 대학원 기초의과학자 지원<ul style="list-style-type: none">• 연구포트폴리오: Work-in-Progress를 통한 동료 및 교수 피드백 (2024학년도 2학기 15강 개설), Research & Carrer Progress 평가를 통한 개인별 연구진행 모니터링 및 피드백• MRC 참여교수들의 공동지도: 프로젝트 미팅과 그룹 멘토링, 팀티칭 정례화 및 고도화</div> <div>2) 학문후속세대 기초의과학자 지원<ul style="list-style-type: none">• 신진연구인력의 안정적 활동을 위한 제도적 장치 (박사후연구원(포닥 및 연구교수 지원사업)• BK21, MRC, 바이오·의료기술개발사업 등 다중 지원체계 구축• 국제공동연구 지원(학문후속세대, 국제화 경비 지원 등)</div>	
전략5	학생 참여를 촉진하기 위한 수요자 중심의 피드백 설계 및 반영		
	성과	<ul style="list-style-type: none">• Research & Carrer Progress Review를 통한 학생-지도교수 맞춤형 환류 시스템 구축• Work-in-Progress를 통한 동료 및 교수 피드백	
연구역량 영역 성과	1. 연구 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none">• BK21 참여교수 및 학생을 위한 신규 연구공간 확보(의학관 401호) 및 연구 인프라 개선		
	2. 참여 교수 연구업적 <ul style="list-style-type: none">• BK21 대학원생이 포함된 게재 논문 성과: 10편 (2024년 3월~ 현재)• 연구비 수주 실적(천원): 최근 1년간 2,010,071 / 1인당 182,733		
	3. 참여 신진연구인력 및 대학원생 연구업적 <ul style="list-style-type: none">• 대학원생 학술대회 발표 총14편 (구두발표 7편, 포스터 발표 7편)• BK21 신진연구인력(포닥 및 연구교수): 4편의 논문발표(Cell Death Dis, Cells 등), 4편의 학술대회 포스터 발표		
	4. 국외 연구자 교류 실적 및 계획(대학원 승인) <ul style="list-style-type: none">• 국제 공동연구		
	1	파견 연구자: 박규상	파견기간: 2024. 10월 ~ 2025. 4월
		협력 연구자 및 기관: Nicolas Demaurex, Department of Cell Physiology and Metabolism, University of Geneva, Geneva, Switzerland	
		연구내용: 세포소기관 칼슘신호전달과 관련된 연결부위 탐지 및 관련 단백질 규명연구	
	2	파견 연구자: 서보암	파견기간: 2024. 12월 ~ 2025. 1월
		협력 연구자 및 기관: Han Seok Ko, Johns Hopkins Hospital, USA	
		연구내용: 파킨슨 신경염증 원인인 미세아교세포와 성상세포 활성화 기전 규명 및 치료제 개발 연구	
3	파견 연구자: 서보암	파견기간: 2024. 12월 ~ 2025. 1월	
	협력 연구자 및 기관: Myoung-Goo Kang, University of Texas Medical Branch,		

	USA	
	연구내용: 시냅스 가소성 조절 기억강화 단백질 규명연구	
	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 국외 연수(대학원 승인) 	
	1	연수 대학원생: _____ 파견기간: 2024. 12월
		연수 기관: Department of Cell Physiology and Metabolism, University of Geneva, Geneva, Switzerland
		연수 내용: 세포소기관 접촉면 칼슘신호 감지 기술 습득 및 조절 기전 규명 연구
달성 성과 요약	1. 교육·연구 환경 개선 및 인프라 구축: BK21 전용 강의실 확보(의학관 205호), BK21 대형 강의를 위한 시스템 업그레이드, 신규 연구공간 확보(의학관 401호) 및 연구 인프라 확충 2. 2024년도 선도연구센터(MRC)와 바이오·의료기술개발사업 등 신규 사업선정을 통한 융합형 혁신인재 양성을 위한 교육과정 개설 토대 마련과 지속인 선도연구 수행 기반 마련 3. Research & Career Progress Review, Work-in-Progress 정착을 통한 개인별 역량 개발 환류 시스템 마련 및 학생 개인별, 학생 역량 맞춤형 연구지도 교과목 정착 4. 연구단 홈페이지 구축 및 대학원 운영내규 마련 5. 대학원생 및 학문후속세대의 연구성과	
미흡한 부분 / 문제점 제시	본 연구단은 4단계 BK21 사업 재선정 평가를 통해 2024년 5월부터 사업을 본격적으로 시작하였음 1. 교육영역 <ul style="list-style-type: none"> 바이오·디지털 융합 교육과정이 체계화되어 가는 과정으로 내실화가 부족함 학생들이 주도하는 교과목 개설이 아직 미흡함 신청서에서 제시한 학문후속세대의 Learning by Teaching 교과목 및 프로그램이 미흡함 2. 연구영역 <ul style="list-style-type: none"> 산업체 연계 협력연구 및 현장 중심 교육이 다소 미진함 국제학회 참여 및 국외 석학 초청 실적이 미흡함 해외 대학원생 모집 및 연구의 국제화를 위한 홍보가 미진함 	
차년도 추진계획	1. 교육영역 <ul style="list-style-type: none"> 융합 교육과정 개선을 통한 교육의 내실화 학생들이 주도하는 교과목 및 학문후속세대의 Learning by Teaching 프로그램 확대 외국대학 교수 강의/세미나 확대를 통한 글로벌 역량 강화 2. 연구영역 <ul style="list-style-type: none"> 선도연구센터와 우수한 교수진의 전문성을 연계한 연구추진 고도화 국제공동 연구 및 대학원생 국제 연수 확대 본 대학원 특화 연구분야 개척 및 이를 위한 연구인프라 구축 	

I

교육연구단(팀)의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단(팀)장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	차승규	영문	Seung-Kuy Cha
소속기관	연세대학교 일반대학원 글로벌의생명학과			

1.1. 연구단장의 연구역량

연구분야	<ul style="list-style-type: none"> • 항노화 단백질 Klotho에 의한 항노화 및 노화매개 질환 제어 기전에 대한 연구를 20여년간 지속적으로 수행함 • 미토콘드리아 칼슘신호 및 이온채널 조절에 대한 연구를 수행하였으며, 세포소기관 병태생리 기반 만성질환 제어기전을 다양한 수준에서 연구하고 있음 • 최근 노화매개 질환 및 만성대사 질환 제어를 위한 세포소기관 접촉면(contact-site)과 세포소기관간 칼슘신호에 대한 새로운 조절인자 및 기전 규명 연구를 수행중임
연구업적	<ul style="list-style-type: none"> • 교신저자로 Nature Communications, Journal of the American Society of Nephrology, FASEB J, Scientific Reports 등에 게재함. • BK21 단장 수행 기간(2024.3월~현재) 총 6편의 논문 중 교신저자 논문은 Kidney Res Clin Pract, Int J Mol Sci, Korean J Physiol Pharmacol 총 3편임 • 연세대학교 원주의과대학 우수연구업적상 수상(2022년)함 • 특허출원/등록 6건, 논문 피인용수: 3864(Google Scholar), H-index: 31, 생물학연구정보센터(BRIC)의 '한국을 빛내는 사람들'에 2회 선정(2011년, 2021년)
국가연구사업	<ul style="list-style-type: none"> • 기초의과학선도연구센터(MRC, 2017.09-2024.02) 세부과제 책임자로 수행함 • 글로벌선도연구센터 기초의과학분야(MRC, 2024.8~2031.04) 신규 선정. 세부과제 책임자로 수행 중 • 2010년 교수 임용 후 한국연구재단 기초연구사업(기본 2010-2019년, 중견 2019-2022년)을 성공적으로 수행하였으며, 특히 중견연구 수행기간 동안 '기초의사대학원생 활용 프로그램'에 선정되어 의사과학자 양성에 기여하였음. 선행 연구사업의 성공적 수행을 기반으로 현재 중견연구(2022.03-2027.02)를 수행 중
편집위원	<ul style="list-style-type: none"> • Korean Journal of Physiology & Pharmacology 부편집장(2024-현재) 활동 중 • Yonsei Medical Journal 편집위원(2017년-현재) • Journal of Lifestyle Medicine 창간 및 편집위원(2011년-현재) 활동

1.2. 연구단장의 교육 역량

BK21 사업	<ul style="list-style-type: none"> • 지난 7개월간 BK21 [미래의과학 선도 글로벌인재 양성 교육연구단] 단장 겸 운영위원장, 글로벌의생명학과 대학원 위원장 수행 중 • 교육·연구 환경개선: BK21 대학원생 전용 대학원 강의실 구축, 및 대형 강의실 시스템 개선, 새로운 추가 연구공간 마련 및 연구기자재 도입을 통한 교육 및 연구 몰입환경 개선
대학원 교육	<ul style="list-style-type: none"> • 대학원 글로벌의생명학과 교과과정 설계: 의학과 대학원에서 연구중심대학 비전 달성을 위해 전일제 대학원인 글로벌의생명학과 설립시(2012년) 교과 및 교육과정 설계와 발전에 기여. 대학원 교육발전에 이바지한 공로로 표창장 수상(2021년) • 대학원 교육: 모든 교과목은 영어 강의로, 전공필수인 '의생명과학연구지도'와 10 여개의 선택과정 과목(노화기전, 분자세포생리학, 미네랄 대사 등) 개설. 대학원 강의평가 우수상(2016년, 2023년) 수상 • 대학원 교육의 다양성과 국제화 기여: 융합형의사과학자양성사업에 기초의학 지도교수로 참여(7명의 학생을 지도, 이중 두 명의 학생이 보건복지부 장관상을 수상). 한국국제보건의료재단의 이중욱펠로우쉽 프로그램으로 석사학위생 배출. 외국인 대학원생 멘토교수(2017년

	-2023년)로 대학원생들의 학업역량 개발에 기여, 외국인 학생 실습지도 우수 교수상(2020년) 수상 • 2024년 바이오·의료기술개발사업 수주를 통한 대학원 글로벌의생명학과, 정밀의학과, 의학과 등이 함께 참여하는 '바이오디지털융합학과' 운영 협의체 구성에 참여. 데이터과학 융합 교육 과정 개설을 통한 융합형 혁신인재 양성 단초 마련
의대 교육	• 의대 교육 및 학부-대학원 연계 프로그램: 기초의학통합과정, 세포의기능과조절2 과정책임교수, 의학과 학부생의 기초의학 관심을 높이기 위한 선택과목 개설 등 다양한 교육과정에 기여, 학생에 의해 선정되는 Best Teacher Award 수상(2015년, 2019년). • STEP (Student Transitional Excellence Program): 의학과 학부생-전공의로 이어지는 전 주기 의사과학자 양성 프로그램에 참여하여 학부생의 실험 및 연구역량 강화 지도. STEP을 통한 현재 2명의 전일제 의사과학자 대학원생 지도 중

1.3. 연구단장의 행정 역량

대학 행정	• 대학원 글로벌의생명학과 위원장으로 전반적인 교육과정, 학생활동, 학위과정 등을 관리 운영 • 의과대학의 실험연구 운영을 주관하는 중앙연구실장(2017년-2019년) 및 의학도서관장(2023년-현재) 등 학사위원으로 전반적인 의대 행정 수행
부서 행정	• 생리학 교실 주임교수(2021년-현재)로 부서 운영 중 • 기초과학교실 주임교수(2022년-2024년)로 기초과학교실 운영 및 효율화 주도함 • 대학간 연구소인 바이오신소재 연구소장(2021년-2023년) 역임
학회 활동	• 대한생리학회 이사로 활동 중이며, 2024년부터 총무이사로 대한생리학회 학술대회준비 및 운영을 주도적으로 진행함 • 기초의학학술대회(2023년) 총무이사, 국제학술대회인 FAOPS 2023 개최 준비위원으로 학회 운영에 기여 • Korean Journal of Physiology & Pharmacology 부편집장(2024-현재), Yonsei Medical Journal 편집위원(2017년-현재), Journal of Lifestyle Medicine 창간 및 편집위원(2011년-현재) 활동 중

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

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

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
글로벌의생명학과	2023년 2학기	11명	11명	100%	
	2024년 1학기	11명	11명	100%	

<표 1-2> 자체평가 대상기간(2023.9.1.~2024.8.31.) 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고

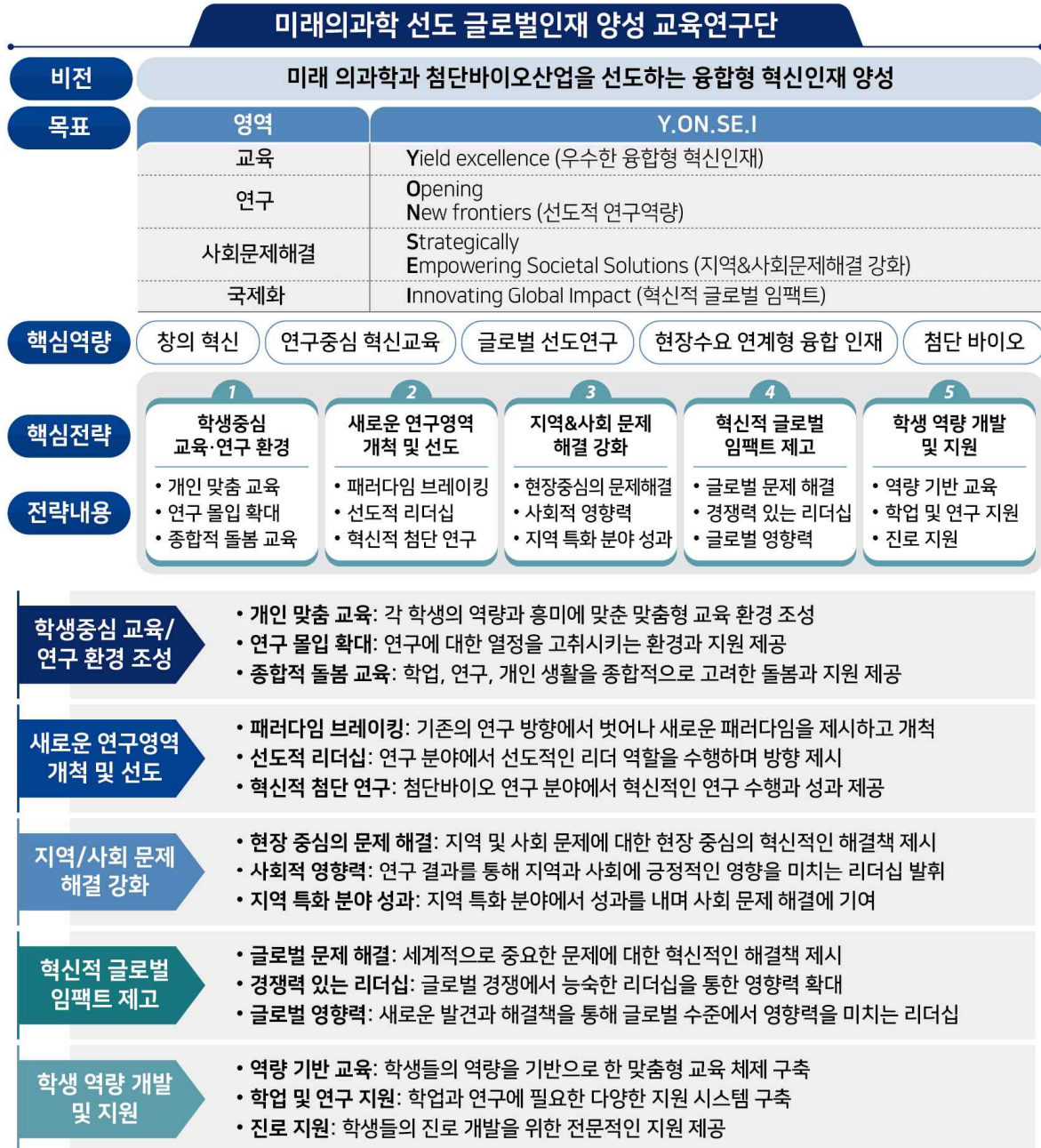
<표 1-3> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수										
		석사			박사			석·박사 통합			계	
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여
글로벌의생명학과	2023년 2학기	5	1	20	8	5	62.5	25	18	72	38	24
	2024년 1학기	5	1	20	10	6	60	22	20	90.91	37	27
참여교수 대 참여학생 비율					2.45							

3. 교육연구단(팀)의 비전 및 목표 달성정도

3.1. 교육연구단의 비전 및 핵심 목표 대비 실적

가. 교육연구단의 비전 및 핵심목표(Y.ON.SE.I)



나. 교육연구단 미래비전 융합형 혁신인재 양성을 위한 성과

- 2024년도 글로벌선도연구센터(MRC, 세포소기관 의학연구센터) 신규 과제 선정(총 연구비 117억/7년)
 - BK21 미래비전인 미래과학과 첨단바이오 산업을 선도하는 혁신적 연구를 수행 할 수 있는 기반 마련
 - 선도연구센터를 위해 교비매칭(연3억, 총 21억)으로 연구인프라 확충을 통한 연구수월성 향상
 - 선도연구센터 참여 기업을 통해 산학협력 기반 마련
- 바이오·의료기술개발사업 수주를 통한 융합형 혁신 인재 양성을 위한 기반 마련
 - 과학기술정보통신부와 한국연구재단 선정 2024년 바이오·의료기술개발사업 수주(25억/3년)

- 글로벌의생명학과와 기초의생명과학을 인공지능/데이터과학 및 임상 중개연구를 융합할 수 있는 교육과정 개설 토대 마련
- 융합형 혁신인재 양성을 위한 다양한 전공 대학원생들의 네트워킹과 교육 프로그램 마련

다. 교육연구단의 목표 및 달성방안

1) 교육 분야 달성 방안

목표: Yield excellence [우수한 융합형 혁신인재]	
우수한 혁신인재 양성을 위해 학생중심, 학업과 연구 몰입환경, 전인적 돌봄 교육 마련	
달 성 방 안	<ul style="list-style-type: none"> • 학생 중심의 맞춤형 교육-연구 연계 환경 조성 <ul style="list-style-type: none"> ▪대학원의 학생중심 교육과 교육연구단의 Y.ON.SE.I 목표를 결합하여, 학생들의 관심사와 역량에 근거한 맞춤형 교육과 연구 활동을 개발, 대학원생들의 학업 및 연구 집중도가 배가될 수 있는 환경 구축 ▪학생들의 관심 분야 파악 및 역량 중심 교육: 관심 분야와 시대 흐름을 파악하고, 이를 연계한 연구유도와 지도, 학업역량 수준에 맞춘 교육 ▪학생들이 자율적으로 연구주제를 설정할 수 있도록 유도 ▪학생지원 및 멘토링: 다양한 멘토링 및 돌봄 프로그램 강화: 교수-학생 멘토링: 원우회 (Graduate student organization), sibling 제도(학생-학생), 지속적인 생활 및 심리 상담 ▪현재 지원 중인 학생지원 강화를 통한 학생의 학업 및 연구 몰입환경 마련 ▪학생 주도 Peer pressure 교육
	<ul style="list-style-type: none"> • 교육-연구-산업화가 연계되는 융합교육 <ul style="list-style-type: none"> ▪혁신적 교육과정을 통해 학업과 연구를 통합하는 환경을 구축 ▪학생들은 교육과정을 통해 실제 문제에 접근하고 해결하는 능력을 키우며, 연구 결과를 교육에 반영하여 현장 중심의 교육 경험을 제공 ▪교육연구단의 강점인 지역특화 바이오산업에 기여하는 연구를 대학원의 사회문제해결형 목표와 융합하여, 현장 중심의 바이오산업 연구를 통해 사회문제에 대한 혁신적인 솔루션을 찾는 연구 프로젝트 개발 ▪전공선택과목 다양화, 기업연계 교육과정(다양한 수준의 바이오 기업 CEO 초빙 강의 개설), 공공기관 연계 교육과정 마련
	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 네트워킹 <ul style="list-style-type: none"> ▪교육연구단의 국제화 확립 목표와 대학원의 미래성공 목표를 결합하여, 국제적인 연구 네트워크를 형성하고 국제적 협력을 강화하는 프로그램을 개발. 형성된 연구네트워크와 협력강화 프로그램을 교육과 연계
	<ul style="list-style-type: none"> • 역량 개발을 위한 실무 교육 <ul style="list-style-type: none"> ▪교육연구단의 교육-연구 연계 목표와 대학원의 학생중심 목표를 결합하여, 실무 중심의 교육 프로그램을 개발, 학생들이 현장에서 바로 활용할 수 있는 역량을 갖추도록 지원 ▪병원-기업과 연계된 공동연구를 통한 지역산업에 필요한 인재양성 교육 ▪학생들의 취업지원: 산업체와의 연계를 강화, 취업에 필요한 능력을 키우기 위한 취업 지원 프로그램 운영
	<ul style="list-style-type: none"> • 다학제간 협업 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> ▪연구단의 방향성이 있는 새로운 연구와 대학원의 다양한 목표들을 융합하여, 다학제간 협업 프로젝트를 개발하여 학생들이 다양한 분야의 지식과 기술을 융합하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖출 수 있도록 유도

2) 연구 분야 달성 방안

목표: Open New Frontiers [선도적 연구역량]	
연구의 새로운 길을 개척하고 패러다임과 방향을 제시하는 첨단바이오 연구를 선도	
달 성 방 안	<ul style="list-style-type: none"> • 선도연구센터 기반 연구 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 선도연구센터와 우수한 교수진의 전문성을 바탕으로 선도적인 연구 수행
	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 학계 및 산업체 네트워크 활용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 학계 및 산업체 네트워크를 활용한 혁신적인 연구 수행 ▪ 새로운 패러다임 제시 및 첨단 바이오기술 개발을 통한 연구역량 극대화 ▪ 정부 및 지자체, 산업체와 협력을 통한 재정확보로 교육 인프라 개선(최신 시설과 장비 보완, 학생 휴식 공간 마련) 및 교육성과 향상에 기여
	<ul style="list-style-type: none"> • 지역사회 공동연구 수행 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 세포소기관 연구 등 연구단의 특화된 연구결과 및 방법을 통해 관련된 지역사회 문제에 대한 공동연구를 강화 ▪ 지역 주요 산업변화에 따른 연구 프로젝트 개발 및 지역사회와 협력하여 실제 문제에 대한 해결책을 제시

3) 지역특화 분야 달성 방안

목표: Strategically Empowering Societal Solutions [지역&사회문제해결 강화]	
지역사회와 사회적 문제 대한 해결책 제시 및 지역특화 분야에 성과를 내는 현장중심형 인재양성	
달 성 방 안	<ul style="list-style-type: none"> • [국가혁신클러스터 고도화 사업] 연계 현장중심형 인재 양성 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 본 연구단 소속 원주연세의료원이 산업통상자원부 지역혁신클러스터 육성사업 선정(2023) ▪ 의료기기 제조 중심에서 소프트웨어 연구개발 중심 병원연계형 디지털헬스케어 산업육성에 기여 ▪ 본 연구단의 선도적인 연구성과를 기반으로 병원·산업체와 연계하여 지역사회 문제에 대한 해결책을 제시
	<ul style="list-style-type: none"> • 지역사회/산업체와의 협력 강화 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 산업체와의 산학협력 프로그램 강화: 지역 산업체 및 공공기관과 교류하는 플랫폼 구축, 실무 중심 프로젝트 진행 프로그램 확대를 통한 학생들의 실무능력 배양 ▪ 지역의 빅데이터 분석 및 의료 관련 기술을 활용하여 지역 주요 문제를 분석, 대안을 모색하며, 지역사회와 협력하여 실질적인 결과를 창출 ▪ 지역 기반 산업체와 혁신도시 공공기관 인턴십 기회 제공: 현장 필드트립을 통한 현장 경험 축적, 실무능력 배양, 네트워크 구축

4) 국제화 분야 달성 방안

목표: Innovating Global Impact [혁신적 글로벌 임팩트]	
새로운 발견과 창의적인 해결책을 제시하는 경쟁력을 갖춘 도전적 글로벌 인재 양성 및 연구선도	
달 성 방 안	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 교육 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 모든 교육과정의 영어 진행 및 국제화된 교육 강화 ▪ 외국인 학생들에게 열린 교육환경 제공 ▪ 국제교류 및 공동연구를 적극 지원 국제화된 교육환경을 구축
	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 연구협력 강화 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국제적인 연구 협력을 강화

▪국제 학술대회 및 워크숍을 통해 국제 연구자와의 교류증진 및 국제 공동연구를 통한 글로벌 영향력 확대

• **국제 교류 강화를 통한 국제화 및 국내 정착지원**

▪해외 대학과의 교류와 공동연구 강화를 통한 우수한 외국인 대학원생 유치 및 국제적 연구 네트워크 강화

• **정착 프로그램 마련**

▪양성된 우수 외국인 대학원생의 국내 R&D 산업에 기여할 수 있도록 유도

라. 교육연구단의 목표와 제시한 달성방안에 대한 기반 마련 성과

- 바이오의료기술개발 사업 수주를 기반으로 ‘바이오디지털융합학과’ 운영 협의체 구성에 참여 융합 혁신인재 양성을 위한 교육과정의 기틀을 마련
- 선도연구센터 및 참여기업과 연계한 현장 중심 교육 여건 마련
- 연구 고도화 및 교육의 다양성을 위해 우수한 참여교수 영입(기초 2명/데이터과학 및 임상 1명) 진행 중
- BK21 교육과정 및 연구활성화를 위한 홈페이지 구축
- 연구수행 인프라 구축: BK21 참여교수 및 학생을 위한 신규 연구공간 확보(의학관 401호) 및 연구 인프라 확충. 신입 BK21 교수의 새로운 연구실 구축을 통한 연구 안정성 확보
- 교육환경 개선: BK21 전용 강의실 확보(의학관 205호), BK21 대형 강의를 위한 시스템 업그레이드

3.2. 신청서에 작성된 저명대학 벤치마킹 대상과의 비교 분석

가. 대학원의 벤치마킹 결과 도출 및 본교 대학원 교육·연구 혁신을 위한 5대 혁신전략

- 4단계 BK21 미래인재 양성사업 기본계획에서 제시된 미래시대 대비 세계 50위 내 글로벌 연구중심 대학 중 18개 대학 분석하여 4단계 BK21 인재양성 사업 취지에 맞는 벤치마킹 대학 선정
- 본교의 교육 및 연구 현황 분석에 가장 적합한 4개 대학(옥스퍼드대학, 듀크대학, 스탠포드대학, 미시간대학)의 비전과 목표, 이를 달성하기 위한 전략 면밀 분석
- 벤치마킹 대학 분석 결과를 기반으로 본교 대학원 교육 및 연구혁신을 위한 5대 혁신전략 수립

본교 대학원 교육·연구 혁신을 위한 5대 전략

1. 학업과 연구 몰입도 제고를 위한 학생중심 교육·연구 환경 조성
2. 학생의 미래성공을 위한 맞춤형 역량기반 교육체제 구축
3. 사회와 산업 문제 해결을 선도할 융합형 혁신인재 양성
4. 세계적 수준의 연구성과 창출을 위한 생애 전주기 맞춤형 연구자 지원체제 확립
5. 글로벌 수퍼리서치 대학으로의 도약을 위한 대학원 중심 거버넌스 재설계

나. 본 연구단의 추가 벤치마킹 대학 선정 및 결과 요약

- 본교 대학원의 4단계 BK21 미래인재 양성사업 기본계획에서 제시된 4차 산업혁명 시대 대비 세계 우수 대학 벤치마킹에 추가하여 최근 발표된 제4차 국가과학기술자문회의 상정 [정부R&D 제도혁신 방안]에서 제시한 방향 대비, 실재적인 본 교육연구단의 교육·연구 프로그램 마련을 위해 추가 벤치마킹 대학 선정
- 실재적이고 혁신적인 학위과정 프로그램을 운영하고 있는 University of Texas Southwestern Medical center (UT Southwestern)와 세계 최고 수준의 교육-연구 중심대학인 존스홉킨스 대학 면밀 분석 및 본 교육연구단 적용

벤치마킹 대상	내용	본 교육연구단 적용
UT Southwestern	<ul style="list-style-type: none"> Ph.D 프로그램 : 기초와 임상에 걸쳐 Integrative Molecular and Biomedical Sciences 등 12개의 교육, 수련 프로그램. 신입생은 기초 8개 PhD Program을 공통필수 교과과정으로 이수해야 함. 2년차부터 엄격한 자격시험을 통해 박사과정 자격이 주어짐 Ph.D 트랙 : 10개의 기초과학 박사과정에 더해, PhD Program을 수료한 학생들은 각자의 관심에 맞는 3개의 track (Computational and Systems Biology, Mechanisms of Disease and Translational Science, Pharmacological Sciences) 으로 지원 Research & Career Progress Review: 대학원생 및 포닥 등 학문후속세대의 지속적인 역량 개발 지원 랩로테이션 및 체계화된 연구지원 체계를 통한 학생역량과 needs에 맞는 연구몰입 교육환경 	<ul style="list-style-type: none"> 의생명과학의 기본인 필수 교과과정에서 선택(심화)으로 이어지는 연속성과 방향성 설정 업그레이드된 교육-연구 연계 프로그램 개발을 통한 연구역량 강화 개인 맞춤 교육: 각 학생의 역량과 흥미에 맞춘 맞춤형 교육 환경 조성 연구 몰입 확대: 연구에 대한 열정을 고취시키는 환경과 지원 제공 종합적 돌봄 교육: 학업, 연구, 개인 생활을 종합적으로 고려한 돌봄과 지원 제공 (구체적인 내용이 적힌 페이지 표시)
존스홉킨스대학	<ul style="list-style-type: none"> 학제간 연구 및 지원센터 설립: 2000년부터 건강 격차 해결 및 도시인구 복지 개선을 위한 Urban Health Institute (UHI)를 지역사회에 설립 및 다양한 지역 사회 기반 조직, 공공 기관 및 학술 기관과 협력 연구를 통해 지역사회 의료 및 건강 증진에 기여 건강 평등 교육 기회 쇼케이스 (Health Equity Training Opportunities Showcase), 역량 강화 워크숍 (Capacity-Building Workshops) 이웃 리더십 프로그램 (Neighborhood Leadership Program) 운영: 혁신적 변화 주도 커뮤니티 리더 육성 건강의 사회적 결정요인(social determinants of health)을 주제 심포지움 개최: 대학 주도 지역 사회의 건강과 복지 개선 논의 장 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 사회문제해결 융-복합 역량 교육 현장 중심의 문제 해결: 지역 및 사회 문제에 대한 현장 중심의 혁신적인 해결책 제시 사회적 영향력: 연구 결과를 통해 지역과 사회에 긍정적인 영향을 미치는 리더십 발휘 지역 특화 분야 성과: 지역 특화 분야에서 성과를 내며 사회 문제 해결에 기여

다. 벤치마킹 결과 본 교육연구단 적용

기초에서 심화 단계 교육과정
<ul style="list-style-type: none"> 단계별 학문심화 교육과정을 위한 필수과목: 저널클럽→콜로키움→의생명과학 연구지도 콜로키움, 의생명과학연구지도 필수과목을 통한 학생 개인별, 학생 역량 맞춤형 연구지도 강화 심화과정별 교과목 개설
업그레이드된 교육-연구 연계 프로그램 개발을 통한 연구역량 강화 및 학생의 역량과 흥미에 맞춘 맞춤형 교육 환경 조성
<ul style="list-style-type: none"> Work-in-Progress를 통한 연구 진행에 대한 동료 및 교수 피드백 (2024학년도 2학기 15강 개설) Research & Career Progress 평가를 통한 개인별 연구진행 모니터링 및 피드백

• **연구 몰입 확대: 연구에 대한 열정을 고취시키는 환경과 지원 제공**

- BK21 전용 대학원 강의실 구축을 통한 교육 환경개선
- BK21 대학원생 및 학문후속세대를 위한 추가 연구공간 마련(의학관 401호) 및 연구기자재 도입을 통한 연구 환경 개선
- BK21 지원 외 교비지원 확대를 통한 학업 및 연구 몰입환경 강화

• **종합적 돌봄 교육: 학업, 연구, 개인 생활을 종합적으로 고려한 돌봄과 지원 제공**

- MRC 참여교수들의 프로젝트 그룹 미팅과 멘토링, 팀티칭 정례화를 통한 참여교수들의 공동 지도
- 외국인 멘터 교수: 외국인 대학원생들의 학업/연구/생활의 전반적인 돌봄
- 학문 후속세대의 안정적 연구활동을 위한 제도적 장치 (박사후연구원(포닥 및 연구교수 지원 사업) 활용
- BK21을 중심으로 선도연구센터, 바이오·의료기술개발사업 등 다중 지원체계 구축을 통한 종합 돌봄 및 지원

3.3. 교육연구단(팀)의 비전 및 목표 달성을 위한 애로사항 등 기술

- 본 연구단은 4단계 BK21 사업 재선정 평가를 통해 2024년 5월부터 사업을 본격적으로 시작하였음. 현재 신생연구단으로서 교육 및 연구역량 비전 및 목표 달성을 위한 시간과 경험의 부족

II

교육역량 영역

□ 교육역량 대표 우수성과

• 우수 대학원생 연구실적

- 2024년 3월에 시작된 본 교육연구단에서 3건의 우수 논문 및 14건의 학술대회 발표

실적구분	참여대학원생	실적 제목	게재지/학술대회명
논문		Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression	Cell Death & Disease
논문		Changes in the expression of satellite glial cell-specific markers during postnatal development of rat sympathetic ganglia	Brain Research
논문		Upregulation of EMR1 (ADGRE1) by Tumor-Associated Macrophages Promotes Colon Cancer Progression by Activating the JAK2/STAT1,3 Signaling Pathway in Tumor Cells	International Journal of Molecular Sciences
학술대회		Synergetic effects of a CC-chemokine receptor 2 inhibitor and transforming growth factor- β receptor I inhibitor combination on metabolic dysfunction-associated steatohepatitis	제37차 대한당뇨병학회 춘계학술대회
학술대회		TRPC6 loss of function leading to adipogenesis perturbation and metabolic disorder	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회
학술대회		TRPC6 deficiency-drives adipocyte hypertrophy and mitochondria dysfunction in mice	제18회 대한미토콘드리아연구학회 연례학술대회
학술대회		Phosphate interferes with calcium-dependent filtration mechanism in podocyte	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회
학술대회		Regulation of autophagy via the lysosomal TRPML1 channel by WNK kinase	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회
학술대회		Regulation of TRPML1-mediated lysosomal Ca^{2+} release and mitochondria function by WNK1 kinase in autophagy	제18회 대한미토콘드리아연구학회 연례학술대회
학술대회		Mitochondria-associated membrane complex protein Ei24 modulate stored-operated calcium entry via STIM1 interaction	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회
학술대회		The Role of Ei24 in Fine-tuning STIM1-Driven SOCE and Mitochondrial Ca^{2+} Dynamics	제18회 대한미토콘드리아연구학회 연례학술대회
학술대회		Differential Expression of SOCE-Related Genes in Renal Cell Carcinoma Subtypes Revealed by Transcriptome Analysis	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회
학술대회		WNK1 is a novel culprit for hepatic stellate cell activation and the progression	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회

	of hepatic fibrosis	춘계학술대회
학술대회	Expression analysis of Mitochondrial Calcium Uniporter Highlights its Critical Roles in the Transition from MASLD to Hepatic Fibrosis	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회
학술대회	Ca ²⁺ -inhibited mitochondrial protein degradation in brown adipocytes	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회
학술대회	JNK3, a Novel Therapeutic Target for Chronic Kidney Disease	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회
학술대회	Genetic Suppression of Mitochondrial Ca ²⁺ Uniporter Prevents Podocyte Ferroptosis and Glomerulosclerosis	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회

• 참여교수 교육대표실적

- Research & Career Progress Review
 - ▶ 학생들이 지난 학기 성과와 다음 학기 계획을 기술
 - ▶ 지도교수 피드백 시스템 구축을 통한 개인별 역량 개발 환류 시스템 마련
- Work-in-Progress
 - ▶ 매주 공개발표를 통한 연구포트폴리오
 - ▶ 동료와 교수 피드백, 그룹 멘토링 및 팀티칭으로 학생 중심의 교육-연구 연계 프로그램 정착
- 특화 과목 개설을 통한 연구 역량 강화

과목명	교육 역량 강화
Research Guidance for Biomedical Science	<ul style="list-style-type: none"> • 학생중심의 학습환경 조성 • 다학제적 멘토링 제공 • 실질적 연구 훈련 • 현실적인 역량 개발 • 포괄적인 평가 방식
Ion Channel & Diseases	<ul style="list-style-type: none"> • 전해질과 미네랄 대사 이해를 통한 융합형 혁신 인재 양성 • 전해질 이상 관련 연구를 통한 선도적 연구 역량 강화 • 전해질 이상 및 미네랄 대사 질환 연구를 통한 지역 및 사회 문제 해결 기여 • 국제적 소통능력과 연구능력을 강화 • 전해질 및 미네랄 대사 연구 중심의 학생 맞춤형 교육 제공
Cellular & Molecular Physiology	<ul style="list-style-type: none"> • 융합형 혁신 인재 양성: 세포 및 분자생리학을 통한 문제 해결 능력 배양 • 선도적 연구 역량 강화: 생리학 기초원리와 실제연구의 통합 • 지역 및 사회문제 해결 기여: 생리학적 기초를 통한 실질적 연구 기여 • 국제 연구 환경에서 경쟁력 있는 인재로 성장 • 학생 중심의 맞춤형 교육: 학습과 연구 목표 설정을 통한 몰입도 강화
Methodology for Mouse Metabolism Research	<ul style="list-style-type: none"> • 이론과 실제실험기법에 대한 이해를 바탕으로 연구 수행에 적용시킬 수 있는 능력 함양 • 대사 분야의 선도적 연구 역량 강화 • 국제 연구 환경에서 경쟁력 있는 인재로 성장 • 학생 중심의 맞춤형 교육: 질문을 통한 학습

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1. 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

가. 교육과정 현황

1) 교육과정 설계

- 체계적인 교육과정: 소속학과의 교육과정은 연구입문을 위한 공통과목, 실재적인 연구 진행 과정을 위한 전공필수 과목, 학생의 연구주제 및 다양성을 제공하는 전공선택과목 및 연구지도 과정으로 설계 운영되고 있음
- 학생-중심 역량개발: 다양한 학부 전공 배경을 가진 학생들의 역량을 고려한 교육과정, 학생의 역량 차이를 고려한 교과 및 비교과 과정 개발. 전공선택 과목의 경우 대학원 의학과 융합형의사과학자 프로그램 과목 및 정밀의학/의학통계학과 교과목을 함께 수강 가능: 학생들의 선택폭 확장, 기초-임상 연계 폭 확대 및 학생 관심에 기반한 교과목 다양성 제고
- 교육-연구 연계 다면적 역량(LAB) 강화 융합교육: 독립적 연구자로 창의적 연구를 이끌어내는 리더(Leader), 연구 결과를 실시간 분석하는 분석가(Analyst), 그리고 분석결과를 증명하는 생명과학자(Biologist) 역량을 통합적으로 갖춘 융합형 인재 양성 과정 지향
- 글로벌화: 소속학과의 모든 수업, 학위논문계획서 발표, 학위논문 발표 모두 영어로 진행함으로써 영어 몰입 환경 제공

영역	학점	과목	목적 및 성과
공통필수 ↓	6학점	글로벌연구윤리 글로벌의과학커뮤니케이션 의생명연구방법론	연구입문단계에 필요한 연구윤리, 언어와 용어, 방법론
전공필수 ↓	6학점	저널클럽 콜로키움 의생명과학연구지도	논문을 읽고 이해하는 능력 연구주제 선정 및 가설설정 능력 연구계획서와 논문작성 능력 배양
전공선택 ↓	18학점(석/박사) 42학점(석박통합)	기초과목 심화과목 적용과목	연구주제와 관련된 심화 과정 융합형의사과학자 프로그램 연계 의학정보통계학과 교차수강
연구지도	Pass/NonPass	연구지도	학위논문 완성

나. 현 교육과정 장단점 분석

1) 참여 교수 설문조사를 통한 교육과정 분석

강점	약점
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 모든 수업을 영어로 진행하여 자연스러운 국제화 환경 제공 ▪ 학과 설립부터 수정/보완되어 온 체계적인 교육과정 및 학사 관리 ▪ 효율적인 팀티칭 지도 ▪ Journal Club - Colloquium - Research Guidance로 이어지는 기초-심화 연계 ▪ 피드백 제도를 활용한 지속적 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학생 주도의 교과목 개설 시도 미흡 ▪ 영어 몰입 수업으로 인한 한국 학생들의 상대적인 부담 ▪ 특히, 취업, 창업 등 현장중심형 교육과정 부족 ▪ 졸업 후 교육과 진로 관련 수요에 대한 적극적이고 선제적인 대응 부족 ▪ 다양한 학부 배경에 기반한 학생수준/전공별

<ul style="list-style-type: none"> ▪ 병원 및 지역산업체와의 공동연구 ▪ 국내외 우수 연구자 초청 세미나 등을 통한 최신 연구지견 제공 ▪ 우수한 외국인 대학원생 유치를 통한 국내외 대학원생들의 상생발전 환경 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 세부 교과목 다양성 부족 ▪ 인공지능 등 4차 산업 관련 트렌드에 맞춘 교과과정 부족 ▪ 외국인 대학원생 구성 비율이 특정 국가에 편중
---	---

2) 대학원생 설문조사를 통한 교육과정 분석

조사 대상	연세대학교 대학원 글로벌의생명학과 전일제 대학원생
내용 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 글로벌의생명학과 대학원의 교육과정, 학사운영, 학술지원 등 교육·연구 몰입환경에 대한 대학원생들의 만족도 높음(평균 4.19/5점만점) ▪ 한국 학생들과 외국인 학생들의 상생 환경은 장점으로, 한글과 영어 수업에 대한 부분은 장단점이 함께 존재함 ▪ 졸업 후 교육과 진로 관련 학생들의 고민, 이에 발맞춘 교과과정이 아쉬움 ▪ 학부 배경 및 학생 수준의 다양성에 기반한 전공별 세부 교과목의 다양성 부족 ▪ 본 연구단의 BK21 미래인재 양성사업에서는 교육/연구 몰입환경의 장점은 지속적으로 개선 및 발전시키고, 학생 중심의 제도 및 교과개선을 통해 학업과 연구능력을 극대화하고자 다양한 방안을 모색하고 있음

다. 교육과정의 충실성

1) 본 연구단은 학생중심으로 교육과정을 운영하고, 교육-연구 몰입 환경을 강화하기 위하여 매 학기 학생 의견 청취 및 소속 교수의 의견을 취합하여 이를 바로 교육과정에 적용하고 있음

가) 강의평가와 그에 따른 피드백

▪러너스(LearnUs, 학습관리시스템) 플랫폼의 대학원생 강의 평가 시스템을 기반으로 학생들의 피드백을 지속적으로 반영

▪최근 5년간 강의 평가 실시 과목 및 만족도

학기	개설과목수	과목 평점 평균(5점 만점)	학기	개설과목수	과목 평점 평균(5점 만점)
2020-1	13	4.55	2022-2	6	4.57
2020-2	10	4.45	2023-1	7	4.59
2021-1	7	4.51	2023-2	11	4.52
2021-2	8	4.69	2024-1	11	4.51
2022-1	7	4.67	평균	9.9	4.56

나) 참여 교수 대학원 강의 실적

학기	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	2023-2	2024-1
합계	286	303	226	240	326	313	220	288	314	308
평균	26	27.5	20.55	21.82	29.82	28.45	20.00	26.18	28.55	28

라. 연구역량의 교육적 활용

▪ 교육과 연구의 상호보완적인 선순환 구조를 통해 학생들의 학문적 성장과 연구역량 향상을 지속적으로 지원하는 효과적인 프로그램 운영

프로그램명	내용
영어논문 교정과 코칭 프로그램	연구논문의 영어 표현과 구조를 개선하는 프로그램을 운영, 학생들의 국제 학술지 논문 게재 능력 향상
연구 역량 강화를 위한 온라인 프로그램	온라인 강의와 자료를 통해 학생들이 필요한 연구 기술 및 방법을 학습할 수 있는 기회 제공
체계적인 연구 가이드 프로그램	학생들에게 연구 과정에서 필요한 실험관련 기술과 리소스 활용 방법 안내 가이드 제공
학습 지원 프로그램	학생들의 학습 성과를 높이기 위해 학습지원 프로그램 강화, 학생주도형 학습 지원 체계 구축을 통한 개인 역량 발전 유도
우수 연구 성과 인센티브 프로그램	우수 논문 시상제도 등 인센티브를 도입하여 학생들이 연구 역량을 향상시키도록 동기 부여
지도교수 교육 역량 강화 프로그램	지도교수들의 교육 역량을 강화하기 위해 교수 교육 프로그램과 협력을 통한 교수법의 지속적 개선 유도
학업성취도 향상을 위한 학습지원 프로그램	학생들의 학업성취도를 높이기 위한 학습 지원 프로그램을 운영하고, 학생들의 학습 경험을 통해 교육과정을 지속적으로 개선

마. 차세대 융합형 혁신인재 양성을 위한 다면적 교육 프로그램 운영

역량 LAB	내용	교과목
Leader 리더	창의적 연구주제 설정과 방향 결정, 연구결과 활용 플랫폼 결정 등 통합적인 연구 주도 능력	전공필수과목, 전공선택과목, 학생 설계과목, 학생주도 과목 개설
Analyst 분석가	연구결과 수집 및 분석, 공공 빅데이터 수집 및 실시간 분석 능력	AI, machine learning, 데이터 마이닝, Computational biology, 의학연구방법론 의료정보통계학과 및 소프트웨어 디지털 헬스케어 융합대학과 학점교류
Biologist 의생명과학자	분석가에서 나온 결과를 실험적으로 검증 능력	기존 선택과목 확대, 필드트립, 산학연계 교과목, 기초-임상 연계과목 등

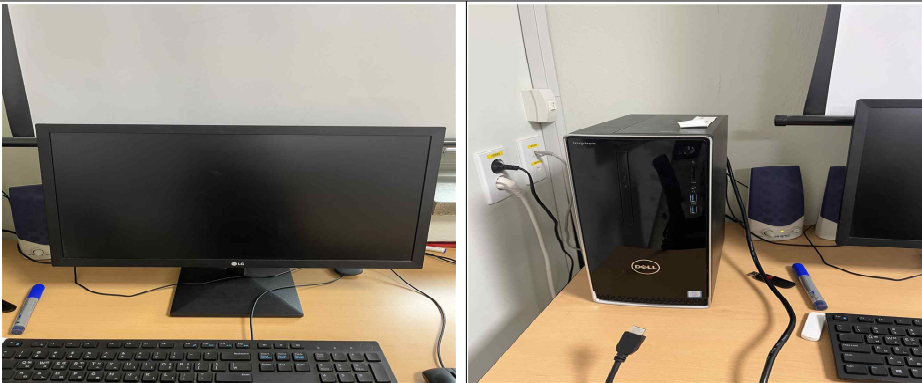

- 1) 융합형 혁신인재 양성을 위한 다면적 역량(LAB) 개발
 - 가) 학생의 다면적 역량개발을 위해 참여교수의 강의계획 방향 설정 및 교과목 개설
- 2) 참여교수 대학원 강의 계획 방향
 - 가) 공통과목, 전공필수과목, 전공선택과목을 포함한 연평균 15개 이상의 교과목 개설
 - 나) 학생 역량에 기반한 맞춤형 강의
- 3) 학생학업 역량에 기반한 교과목 개설
 - 가) 학생 설계 과목 개설 제도화: 학생의 needs에 맞춘 학생이 설계한 교과목 반영
 - 나) 기초학력 증진 프로그램 및 교과목: 학부 전공과 학생 개인 능력을 고려한 교과목 개설(생리학, 생화학, 분자생물학 등)
- 4) 현장중심 및 미래 역량 개발을 위한 교과목
 - 가) 과학기술문제 해결, 지역산업현장을 포함한 산업계 및 사회 수요, 의과학 트렌드를 반영한 지속적인 교과목 개선
 - 나) 필드트립, 산학연계 교과목 등 개발
- 5) 임상과 연계된 교과목 개설 강화
- 6) 제4차 산업혁명 및 미래선도 핵심기술 개발을 위한 혁신적 교과목 편성

- 가) 의료정보통계학과 및 소프트웨어 디지털 헬스케어 융합대학과의 학점교류 및 연계
 나) AI, machine learning 등과 같은 생물정보학 관련 역량 강화
 다) 이를 통한 첨단바이오 등 국가전략기술 핵심분야 기여 인재 양성

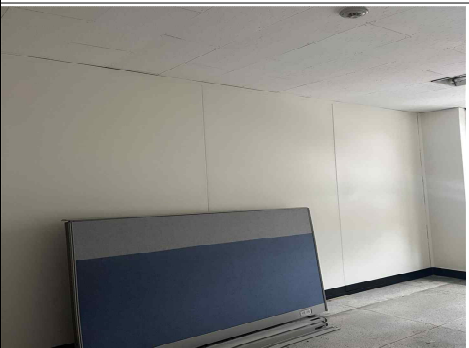

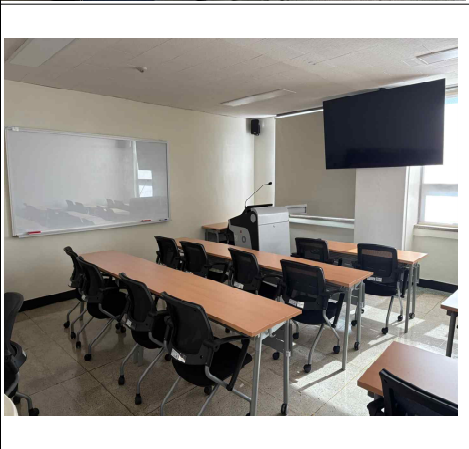
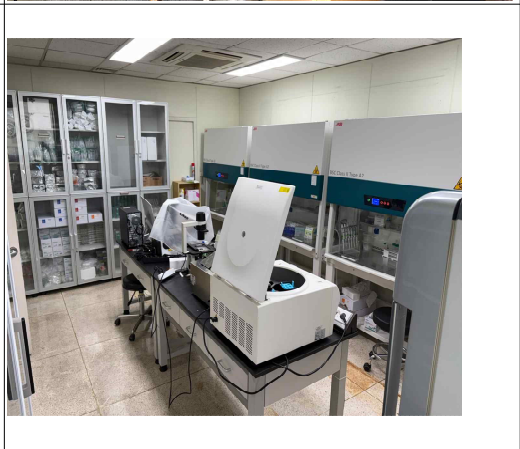
2. 교육-연계지원 강화 성과

2.1. 안정적이고 포괄적인 교육·연구 지원 및 몰입환경 조성 성과 요약

- BK21 대학원생 전용 대학원 강의실 구축, 소형 및 대형 강의실 시스템 개선을 통한 교육 환경개선
- 선도연구센터 공간의 추가 연구공간 마련 및 연구기자재 도입을 통한 연구 몰입환경 개선
- BK21 지원외 교학부 지원을 통한 학생 생활비 인상을 통한 학업 및 연구 몰입환경 강화

구 분 1	내 용		
개선장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 201호	선도연구센터	30명이상
구입 물품	PC본체 및 모니터		
구입 이유 및 개선사항	- 대학원생들의 회의 및 연구활동 목적으로 사용되는 PC 및 모니터로 실질적인 사용빈도가 가장 많음 - 현재 성능이 매우 저하된 관계로 교체가 시급함		
장소용도	회의실		
개선 전 장소사진			
개선 후 장소사진			
환경개선에 따른 효과	노후 PC로 인한 불편사항 해소 및 원활한 회의 진행		

구 분 2	내 용		
신청장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 204호	BK전용 강의실	20명
구입 물품	PC본체, 스크린TV(75인치), 전자교탁, 음향설비, 백페인트 글라스칠판, 2인책상, 의자 등		
구입 이유 및 개선사항	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 의학관 대학원강의실(114호) 1곳 외 중간 규모의 다목적 강의실의 부재 - BK21 참여대학원생을 위한 추가 전용 강의실 시설 확충이 필요한 상황 - 해당장소는 기존에 교수연구실이었으나 2024학년도 2학기부터 BK21 전용강의실로 용도를 변경하고자 하며 이에 필요한 제반 비품 구입 		
장소용도	강의실		
개선 전 장소사진			
개선 후 장소사진			
환경개선에 따른 효과	대학원 강의, 소규모 세미나, 학생 연구발표회, ZOOM 회의 등 다목적 강의실로 활용함으로써 글로벌의생명학과 대학원생들의 다양한 교육·연구 활동 지원		

구 분 3	내 용		
신청장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 204호/401호	BK 전용 강의실 / 의생명실험실	100명
구입 물품	<ul style="list-style-type: none"> - (강의실) 가벽 철거 공사 - (실험실) LED등 및 목재문 교체, 도색 작업 등 		
구입 이유 및 개선사항	<ul style="list-style-type: none"> - (강의실) 중간 가벽으로 인하여 강의실로 사용하기에 공간 활용성이 떨어짐 - (실험실) BK21 대학원생의 새로운 연구환경 구축을 위한 개선 공사 		
장소용도	강의실 및 실험실		
개선 전 장소사진	204호 강의실(가벽)	401호 실험실	
			
개선 후 장소사진			
환경개선에 따른 효과	<ul style="list-style-type: none"> - (강의실) 강의실 수용 인원을 늘림으로써 다양한 목적(각종 세미나, 연구발표회, ZOOM 회의 등)으로 공간 활용이 가능함 - (실험실) 새로운 연구환경 조성을 통해 학업 몰입도 향상 및 연구 안전성 제고 		

구 분 4	내 용		
신청장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 205호	강의실	100명
구입 물품	빔스크린, 프로젝터, PC본체		
구입 이유 및 개선사항	<ul style="list-style-type: none"> - 글로벌의생명학과를 비롯한 원주의대 대학원 전체 강의 및 세미나를 위한 대형강의실 - 빔스크린 및 프로젝터의 기기 노후로 인한 반복적인 오작동/ PC본체 성능 저하 - 교육의 질 개선을 위해 스크린 등을 교체하고자 함 		
장소용도	대형강의실		
개선 전 장소사진			
개선 후 장소사진			
환경개선에 따른 효과	<ul style="list-style-type: none"> - 원주의대 전체대학원(글로벌의생명학과, 의학과, 정밀의학과) 공동 강의실 환경 개선 - 강의 및 발표수업 진행 시 기기 노후로 인해 생기는 불편사항을 해소하여 보다 쾌적한 수업환경 조성 		

2.2. 개인별 역량 평가에 근거한 학생 중심 교육·연구 프로그램 구축 및 시행

가. Research & Career Progress Review

- Part 1과 2로 나누어 지난 학기 성과와 다음 학기 계획 기술
- 매학기 학생 Research & Career Progress Review 작성 → 지도교수 피드백 시스템 구축을 통한 개인별 역량 개발 환류 시스템 마련

Part 1. Progress Review: Research and Professional Training in the Past Semester

1. Brief overview of your research project and major accomplishments in the past semester
2. Publications:
3. Patents:
4. Honors/Awards (include fellowships with entire funding periods, grants written/applied for/received, professional society presentation awards or travel awards, etc.):
5. National or other professional meetings attended (indicate meeting title, oral or poster presentation):
6. Seminar Presentations (title, date, & place):
7. New areas of research or technical expertise acquired in the past semester:
8. Other professional activities not identified above:

Part 2. Plans for the Upcoming semester:

A. Research and other training plans (모든 학생 작성)

1. Research project goals
2. Anticipated publications (indicate projected titles)
3. Anticipated meeting or workshop attendance:
4. Other professional training (course work, teaching activity etc)

B. Career Goals (6학기 이상 학생 작성)

1. Current career goal(s):
2. What further research activity or other training is needed before it is appropriate to start a job search?
3. When do you anticipate beginning a job search?

Research & Career Progress Review

Name: [REDACTED]

Review Date: 20240718

Departments: Global Medical Science & Physiology

Semester: 12th

Advisor: Seung-Kuy Cha

Part 1. Progress Review: Research and Professional Training in the Past Semester

1. Brief overview of your research project and major accomplishments in the past semester (one-half page should be sufficient):

For the last semester, I have wrapped up my current research project regarding the impact of transient receptor potential cation channel canonical member 6 (TRPC6) on metabolism and adipose tissue. I have developed a solid ground and gained extra knowledge regarding bioinformatics. Briefly, I am able of handling raw reads data for bulk RNAseq as well as single cell RNA seq data including data retrieval, QC, mapping, transformation, counts, differential analysis, and then visualization in different type of plots (e.g. heat map, volcano plot, MA, MD, etc). All of these I have applied in R language and some in linux based system. Besides those, I have polished my skill in cloning by supervising different clonings that some of my juniors needed. Above all of that, I have gained a significant more knowledge of the project I am working on with a lot of readings.

2. Publications: None

3. Patents: None

4. Honors/Awards (include fellowships with entire funding periods, grants written/applied for/received, professional society presentation awards or travel awards, etc.): *Future Talent Award in 2024 Spring Congress on Lipid and Atherosclerosis of KSoLA*. Title: TRPC6 loss of function leading to adipogenesis perturbation and metabolic disorder.

5. National or other professional meetings attended (indicate meeting title, oral or poster presentation): *2024 Spring Congress on Lipid and Atherosclerosis of KSoLA* – Oral presentation

6. Seminar Presentations (title, date, & place): None
-

Part 2. Plans for the Upcoming semester:

A. Research and other training plans:

1. Research project goals (brief paragraph):

My goal for the next semester is to finish up my PhD course and graduate. For my second project, it is on hold to accelerate the first project and my graduation.

2. Anticipated publications (indicate projected titles):

There are some publications that I am going to have anticipation, however, the title is not fixed yet.

3. Anticipated meeting or workshop attendance:

I am going to attend 2 conferences at the end of this year, one is Korean physiology conference, the other one is Mitochondria conference.

4. Other professional training (course work, teaching activity etc):

I am supervising an internship student until spring (next year). I am studying for higher IELTS score (current 7.0, aims at 8.0).

--over 6 semesters -----

B. Career Goals:

1. Current career goal(s):

- 1) Gain more professional skills and knowledge in academic field (postdoctoral works).
- 2) Gain more experience by working in other countries when I am ready.

2. What further research activity or other training is needed before it is appropriate to start a job search?

Currently, I need to improve my communication skills (languages, I believe, science is sharing and learning which is impossible to be done with a poor speaking / writing skill). Because I am still under PhD course, my project range is very limited, I want to participate in more fields of research and develop a wider range of knowledge before being able to work as an independent scientist.

3. When do you anticipate beginning a job search?

Please indicate if there are other issues that affect your job search (an international trainee with an assured position in your home country): A job search will be considered after my submission of thesis and publication of paper. I am currently having more interest in working abroad than in my home country.

나. Work-in-Progress (WIPs)

- 연구포트폴리오: Work-in-Progress 개설(2024학년도 2학기 15강)을 통한 동료와 교수 피드백, 그룹 멘토링 및 팀티칭 --> 학생 중심의 교육-연구 연계 프로그램 정착

회차	발표일	주제	발표자	참석 인원
1	9. 6	Calcium Channel in Liver Fibrosis		42
2	9. 13	Ei24-regulated Translation of ASS1 Promotes Cancer Survival Upon Arginine Deprivation		44
3	9. 20	Role of Lactate in Enhancing Fatty Acid Oxidation via The Activation of TCA cycle and Mitochondrial Uncoupling in The Skeletal Muscle of Obese Mice		45
4	9. 27	TRPC6 in Lipid Metabolism: A Link Between Ca^{2+} Signaling and Adipose Tissue Functions		47
5	10. 4	Phosphate Impacts Mitochondrial Stress and Ca^{2+} -based Filtration in Podocytes		40
6	10. 11	The Role of Ei24 in Immune Regulation in Cancer		43
7	10. 18	Fuction of Etoposide-induced protein 2.4(Ei24) in Mitochondrial Dynamics		42
8	10. 25	Postnatal Changes and Functional Roles of Satellite Glial Cell-specific Molecular Marker Expression in sympathetic Ganglia		43
9	11. 8	The Role of Taurocholic Acid on Hepatitis B virus Replication in Huh7 Cells		36
10	11. 15	Regulation of TRPML1-mediated Lysosomal Ca^{2+} Release by WNK1 Kinase in Autophagy		예정
11	11. 22	Synergistic Effects of CC-chemokine Receptor 2 Inhibitor and Transforming Growth Factor- β Receptor I Inhibitor Combination on Metabolic Dysfunction-Associated Steatohepatitis		예정
12	11. 29	Therapeutic Approaches For EMT and Fibrosis		예정
13	12. 6	The Functional Role of Ei24 in Organellar Calcium Signaling		예정
14	12. 13	Functions of Etoposide-induced Protein 2.4(Ei24) in DNA Damage Stress Response		예정



2024. 2ND SEMESTER
BK21 FOUR
WORK-IN-PROGRESS MEETING
 Period : 2024. 9. 6. ~ 12. 13. (Every Friday)
 Time : 12:50 ~ 13:50
 Location : Graduate School Lecture Room (Medical Building 1 14)
 Weekly Presentation Schedule

Week	Date	Topic	Presenter
1	9. 6	Calcium Channel in Liver Fibrosis	Eyobin Hwang
2	9. 13	Ei24-regulated translation of ASS1 promotes cancer survival upon arginine deprivation	Yu-Tin Anli Yu
3	9. 20	Role of Lactate in Enhancing Fatty Acid Oxidation via The Activation of TCA cycle and Mitochondrial Uncoupling in The Skeletal Muscle of Obese Mice	Galay Park
4	9. 27	TRPC6 in Lipid Metabolism: A Link Between Ca^{2+} Signaling and Adipose Tissue Functions	Nguyen Phien Anh
5	10. 4	Phosphate Impacts Mitochondrial Stress and Ca^{2+} -based Filtration in Podocytes	Chang The Ngoc Bui
6	10. 11	The Role of Ei24 in Immune Regulation in Cancer	Min-Ho Gwang
7	10. 18	Function of Etoposide-induced protein 2.4 (Ei24) in Mitochondrial Dynamics	Bui Thanh Thu
8	10. 25	Postnatal Changes and Functional Roles of Satellite Glial Cell-specific Molecular Marker Expression in sympathetic Ganglia	Nguyen Mai Son
9	11. 8	The Role of Taurocholic Acid on Hepatitis B Virus Replication in Huh7 Cells	Abdul Haseb Sofian
10	11. 15	Regulation of TRPML1-mediated Lysosomal Ca^{2+} Release by WNK1 Kinase in Autophagy	Dahe Liu
11	11. 22	Synergistic Effects of CC-chemokine Receptor 2 Inhibitor and Transforming Growth Factor- β Receptor I Inhibitor Combination on Metabolic Dysfunction-Associated Steatohepatitis	Suhja Jo
12	11. 29	Therapeutic Approaches For EMT and Fibrosis	Nguyen Thi Thuy
13	12. 6	The Functional Role of Ei24 in Organellar Calcium Signaling	Yoon Thi Thuy Quyen
14	12. 13	Functions of Etoposide-induced Protein 2.4 (Ei24) in DNA Damage Stress Response	Yoon Hyeon Lu



The photograph shows a lecture hall with students seated at desks, facing a screen displaying a presentation titled "Effect of taurocholic acid on Hepatitis B Virus Replication in Huh 7 cells". A presenter is standing at the front of the room, gesturing towards the screen.

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

3.1. 과학기술 문제 해결

가. 당면문제

- 대사/퇴행성질환의 세포소기관 병태생리 이해 부족
- 질환치료전략 수립에 필요한 세포소기관 기능 제어기술 부족
- 다면적 통합 연구, 현장 중심 융합연구 인력 부족
- 학문후속세대의 연구 연속성 부족

나. 당면문제 해결을 위한 교육 활동과 프로그램

- 세포소기관 의학, 대사/퇴행성질환 특화과목 운영

특화과목 프로그램	과학기술 문제 해결 방안과 계획
인체생물과 질환	1) 당면 문제 <ul style="list-style-type: none"> • 당뇨병, 심장병, 피부질환 등 대사/퇴행성질환 증가하고 있음 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 환자를 어떻게 진단하고, 병의 임상적 진행과 현재 치료 약물에 대한 실제 임상적인 고찰을 공부한 후 관련 질환과 기초 연구에 대한 최신 동향을 논문을 통해 학습 • 임상적인 관점을 기초 연구에 적용할 수 있는 기초/임상 통합연구자를 양성하기 위해 교육 프로그램 및 멘토링 제도 강화 • 관련 질환들을 세포소기관 병태 생리/생화학적 관점에서 연구 논문 학습
종양대사	1) 당면 문제 <ul style="list-style-type: none"> • 종양발생과 치료 방법 부족 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 종양발생과 치료에서 분자/세포생물학적 방법이 진행되어오고 있음에도 불구하고 치료 효과는 기대에 미치지 못하고 있음 • 종양세포의 영양분 이용방식이 왜곡되어 있음 • 대사의 중심인 세포소기관 입장에서 종양세포의 대사조절을 이해하고자 하며, 종양세포에서 세포소기관 병태생화학을 이해하고자 함
마우스대사 연구방법론	1) 당면문제 <ul style="list-style-type: none"> • 대사/퇴행성질환의 연구를 위한 동물 모델 활용의 어려움 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 마우스 대사 연구에 대한 총론적 이해와 연구 계획시 고려사항 • 마우스 모델 제작부터 각 영역별 (포도당 항상성, 에너지 항상성, 체구성, 대사 이미징, 조직과 대사 경로 특이적 프로파일링 등) 대사 표현형 분석기법에 이르는 각론 • 각 실험 방법의 원리, 자세한 실험 방법과 실제 경험에서 얻은 실험 수행시 고려사항을 학습함
기초 세포대사학	1) 당면문제 <ul style="list-style-type: none"> • 라이프스타일질환 병태생리 이해에 기본이 되는 세포대사 기본 및 응용지식의 중요성 증대 2) 내용 및 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 세포생물학, 세포대사학 그리고 내분비대사학에 관한 기초입문 지식을 전달하며, 이를 통해 최신의학지식 습득과 질환제어 전략개발 연구를 진행할 수 있는 기본 능력제공을 목표로 함 • 특히 인체시스템 수준의 접근을 통해 항상성 유지를 위한 생리적 대사조절을 강조하고, 그 이상에 의해 질환이 초래되는 기전을 보다 집중적으로 강의함

	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들의 적극적인 참여를 통해 체내대사에 대한 통합적 시각을 가질 수 있게 하고, 질환제어 연구에 바로 적용할 수 있는 지식을 공유하는 적극적인 강좌임
분자세포 생리학	1) 당면문제 <ul style="list-style-type: none"> • 대사/퇴행성질환의 세포소기관 병태생리와 제어기전과 제어기술 부족 2) 내용 및 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 과학적 개념과 원리의 학문적 토대를 제공하여 이에 기반한 제어기술 개발에 기여함
세포소기관 병태생리학	1) 당면문제 <ul style="list-style-type: none"> • 대사/퇴행성질환의 주요병태생리인 세포소기관 기능이상 기전과 기능평가 분석방법에 대한 통합적 지식이 필요함 2) 내용 및 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 세포소기관을 중심으로 소포체, 리소좀 등 주요 세포소기관의 생리적 기능을 강의로 설명하고 관련 연구방법 및 결과해석에 관한 발표 및 토론 진행을 통해 연구자들의 실제적 당면 문제해결 능력 육성에 중점을 둔 차별화된 교육강좌임 • 세포소기관 기능분석, 산화스트레스 분석, 바이오마커 연구, 스트레스 및 세포사멸 관련 연구방법 등 의생명 통합연구자들에게 꼭 필요한 실용적 지식을 현재까지의 기술적 한계 및 발전 방향을 제시함 • 세포소기관 의학의 확장 및 심화에 기여할 연구인력을 양성하는 본 교육연구단의 취지에 부합하는 참신하고 기능적인 핵심강좌로 발전시키고자 함
줄기세포 생물학	1) 당면 문제 <ul style="list-style-type: none"> • 줄기세포를 이용한 재생의학 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 줄기세포능 유지에서 세포소기관 생리/생화학적 기능의 중요성에 대해 공부 • 줄기세포내 세포소기관 유래 인자들로부터 핵으로 retrograde 신호 체계 공부 • 종양발생과 치료
노화기전	1) 당면문제 <ul style="list-style-type: none"> • 노화는 대사/퇴행성질환의 주된 원인이며, 세포소기관 이상은 노화와 대사/퇴행성질환의 공동병태생리 기전임 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 본 교육프로그램을 통해 노화에 의해 매개되는 대사/퇴행성질환의 특성, 병태생리기전과 제어원리를 제공함으로써 대사/퇴행성질환과 세포소기관 제어 기술개발의 학문적인 토대마련과 능력을 갖춘 인재양성에 기여함
대사/퇴행성 질환 병태생리학	1) 당면 문제 <ul style="list-style-type: none"> • 대사/퇴행성질환의 병태생리 규명 부족 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 분자-세포-조직-개체 수준에서 대사/퇴행성질환 병태생리의 최신지견을 학습하고 이를 임상적 가치와 연결시킴 • 서로 독립된 질환이 아닌 공통된 병태생리에 대한 이해 • 병태생리에 기반한 중개-역중개 연구의 기반을 학습함
비만 병태생리학	1) 당면문제 <ul style="list-style-type: none"> • 대사/퇴행성질환들의 공통 병태생리에서 가장 중요한 비만에 대한 통합적 이해 부족 2) 내용과 계획 <ul style="list-style-type: none"> • 통합적 이해와 실제 연구의 적용을 위해 대사 경로별, 기관 특이적, 사이토카인

	<p>기반 등 다양한 관점에서 다룸</p> <ul style="list-style-type: none"> 비만의 병태생리에 관련된 다양한 주제들 (지방, 에너지 대사, 인슐린 저항성, 지방조직, 장 호르몬, 장 미생물, 헤파토키닌, 엔도카나비노이드, 지방독성과 대사적으로 건강한 비만 등) 에 대한 최신 지견 학습과 토의
최신 분자의학 기기입문	<p>1) 당면 문제</p> <ul style="list-style-type: none"> 대사/퇴행성질환과 관련하여 세포소기관 기능 평가와 dynamics에 대한 이해 요구 <p>2) 내용과 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> 세포소기관 기능 분석을 위한 전문화된 장비 Seahorse와 세포내 세포소기관 구조의 변화를 인지할 수 있는 Confocal microscope 등 관련 장비 교육을 통한 세포소기관 의학 전문인력 양성
신경과학개론/뇌와행동의기초/퇴행성신경질환의 이해	<p>1) 당면 문제</p> <ul style="list-style-type: none"> 복잡한 뇌 구조와 신경망의 기능을 이해하고 뇌와 행동 간의 복잡한 상호작용과 연결 관계를 설명하는 것이 신경과학연구분야의 당면문제이며 이를 기반으로 퇴행성 신경질환(예: 알츠하이머, 파킨슨, ALS 등)의 정확한 원인과 병인 메커니즘을 이해하는 것이 중요 <p>2) 내용과 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> 현재까지 알려져 있는 신경세포 간의 연결 및 신호전달에 관한 이해를 통해 특정 행동이나 인지 기능이 어떻게 뇌 활동과 연관되는지에 대한 정확한 학습을 목표로 함. 또한 퇴행성 신경질환의 조기 진단 방법, 예방 전략, 치료법 개발에 대한 최신 연구에 대해 소개

3.2. 지역산업 문제 해결

가. 당면문제

- 강원지역 의생명산업 활성화 시급
- 원주 지역은 국내 유일의 자생적 의료기기 클러스터로 강원도 전략산업으로 성장해왔으나, 최근 성장률이 정체되고 정부 정책에 따라 타 지역으로 지원이 분산되면서 새로운 활로를 찾지 못하고 어려움을 겪고 있음
- 최근 산업통상자원부로부터 ‘국가혁신클러스터 고도화 사업’선정, 의료분야 및 의생명과학 디지털 전환을 이끌 현장 수요 연계형 융합인재 양성 요구도 증가

나. 당면문제 해결을 위한 교육 활동과 프로그램

산학협력 활성화	현장 교육 확대	창업 지원	국제심포지엄 개최	K-MOOC 적극 연계
✓공통 세미나 개최 및 연구전략 강화	✓원주의료기기 클러스터 field trip 확대	✓실험실 창업 지원 교육 프로그램 강화	✓심포지엄 개최로 문제 해결 연구역량 제고	✓학생 및 기업 종사자 대상 교육 강화

- 산학협력 활성화를 위한 공통 세미나 개최
 - 기술 자문
 - 실제 의생명산업 현장에서 필요한 분야들에 대한 교육 프로그램 개설
 - 의생명산업 연구진의 파견교육 기회 제공
- 고압산소 국제심포지움 개최, 연구용 고압산소챔버 공동개발을 통한 지역기업 연구원 재교육
- 의료기기 산학협력 연구전략 강화
- 실험실 창업 지원을 위한 교육 프로그램
- 의생명산업 - 대학원 공통 세미나
- 미래수요, 국가바이오 장기 계획 등과 관련된 정책 세미나
- 산학협력을 위한 원주의료기기 클러스터 field trip

- WMIT (Wonju Medical Instrument Technology) 학생 방문, 견학과 교육
- 원주 의료기기 산업의 재도약을 지원하기 위해 지역 내 혁신기관과 기업들과 지속적으로 교류/협력하면서 스마트 의료기기와 스마트 헬스케어 분야의 새로운 성장동력 창출을 모색하는 노력을 진행중
- 지역 디지털 헬스케어를 주도하기 위해 K-MOOC 온라인 강좌를 개설하여, 관련 학과 학생들 뿐만 아니라 기업 종사자들이 쉽게 강의를 접할 수 있게 제공함

3.3. 지역사회 문제 해결

가. 당면문제

- 강원지역의 초고령화에 따른 대사/퇴행성질환 증가
- 경제활동인구 감소와 의료비 증가로 인한 지역경제 부담가속

나. 당면문제 해결을 위한 교육 활동과 프로그램

- 운동의학센터 지역 연계 프로그램 강화
 - 대사/퇴행성질환 치료 전략으로서 운동 분자생리학 교육 프로그램 개설과 공동연구
- 중개-역중개 워크숍
 - 지방간 코호트 진단방법, 치료전략 관련 임상 공동연구
- 유전체 코호트 연구소
 - 대사질환 관련 공동 세미나, 공동 연구
- 국민건강보험공단, 국민건강보험공단
 - 빅데이터 활용 교육 프로그램
- 계약학과(국민건강심사평가원)
 - 의료정책, 보험제도와 관련된 의학적 근거 강의
- 의통계 워크숍
 - R, SPSS를 이용한 의학통계 특강
- 라이프스타일 의학 연구소
 - 2011년 국내 최초 라이프스타일 의학 연구소로 국내 최초 관련분야 영문학술지 창간, 라이프스타일학회 설립에 기여하는 등 국내 대사/퇴행성질환 관련 문제 해결을 선도적으로 이끌고 있음

4. 인력양성 계획 및 지원 방안

4.1. 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

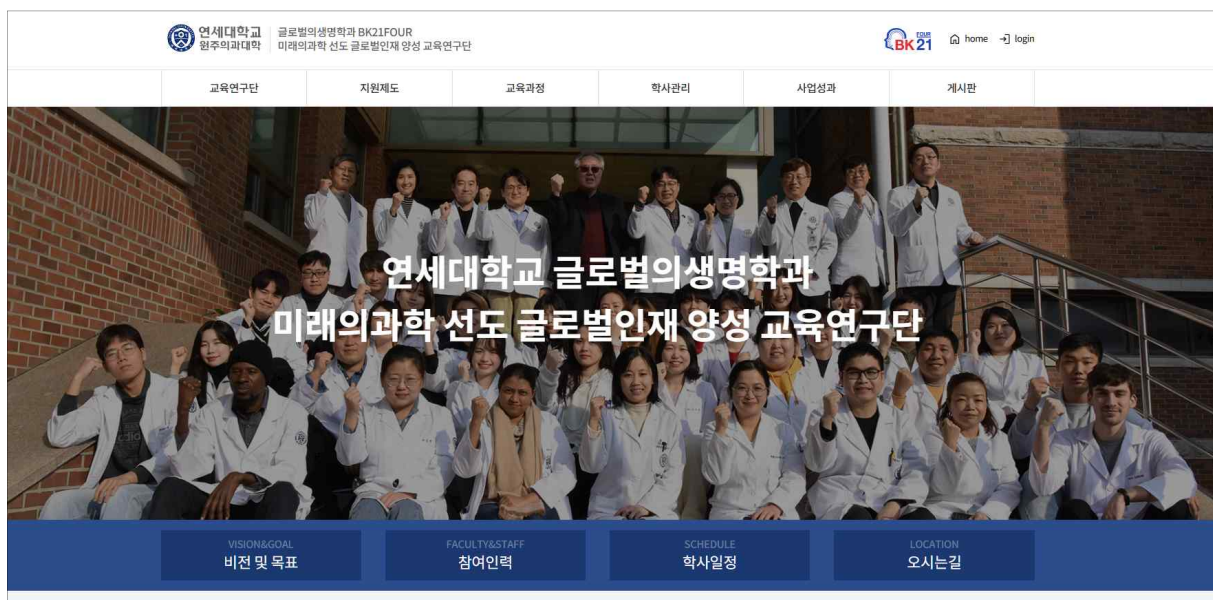
<표 2-1> 교육연구단(팀) 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2023년 2학기	-	-	-	-
	2024년 1학기	1	6	20	27
	계	1	6	20	27
배출 (졸업생)	2023년 2학기	-	-		-
	2024년 1학기	3	0		3
	계	3	0		3

4.2. 교육연구단(팀)의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

가. 우수 대학원생 확보 계획

- 1) 장학금 확대
- 2) 전주기 의사과학자 지원 프로그램(기초의학과학자 육성 프로그램) 연계
 - 전주기 의사과학자 프로그램 연계 기초의학 전공 기초의학과학자 연계를 통한 우수인력 충원
 - 의학과 학부생 선택실습을 통한 기초의학 지원 장려
 - Open Lab을 통한 기초의학연구 체험 기회 제공
 - 학생학술연구비 지원을 통한 의학과 학부생의 연구참여 기회 제공
 - Physician scientist 프로그램을 통한 임상의 대상 기초의학과학 지원 장려
 - 대상: 전문의를 취득하고 박사과정 또는 석박사 통합과정 중에 있는 자
 - 군미필 병역의무자의 경우 전문연구요원으로 복무
 - 소속대학 기초의학계열 실험실 또는 연구실에서 연구 활동 수행
 - 프로그램 기간 등록금 전액과 기초의학교실 조교에 해당하는 급여를 지급함
- 3) 학부-대학원 연계과정 제도 운영
 - 학부 4학기를 수료하고, 전학년 평량평균 3.3/4.3 이상인 학생의 석사과정 지원 가능
 - 학부 졸업 및 대학원 수료 필요학점 조기 취득 가능, 대학원 입학 시부터 연계과정 매학기 전액 장학금 지급
 - 학사-석사 연계과정을 통한 생명과학 및 의료보건 계열 우수학생 확보
- 4) 해외 대학과의 MOU 체결을 통한 우수 대학원생 확보
- 5) 해외 우수 대학 방문과 현장 인터뷰를 통한 리크루팅
- 6) 국내외 대학과 연구기관에 기관장 명의 공식 대학원 안내 책자, 대학원생 모집 홍보 이메일 발송
- 7) 학회, 외부 세미나에서 대학원 홍보
- 8) 온라인을 통한 대학원 홍보와 대학원생 유치
 - BK사업 홈페이지 제작, 홍보 목적 활용



- 9) 강원, 중부권 지역우수 대학의 인재 확보를 위한 Open Lab과 대학원 홍보
 - 의과대학 학생을 대상으로 한 진로설명회
 - 소속대학 학부생, 대학원생을 대상으로 한 Open Lab (연 1회 이상)

나. 우수 대학원생 지원 현황 및 계획

- 1) 전체 대학원생에 대한 균등 지원을 지양하고 우수 대학원생을 집중 지원하여 상향평준화를 유도
- 2) 우수 대학원생 선발 기준을 마련하여 학생들 사이의 긍정적 경쟁을 유도하여 전반적인 수준의 향상을 유도함
 - BK21 참여교수의 대학원 개설과목 수강과 학업 성취도
 - 논문과 학회 발표 실적
 - 우수 업적 참여교수의 지도학생

분야	대학원생 지원 내용	
재정 지원	• 장학금	
	학기	장학금 지급액 (원)
	2022-1	234,733,900
	2022-2	215,049,300
	2023-1	194,279,100
	2023-2	189,231,500
	2024-1	311,668,640
비금전적 지원	• 생활비	
	• 실험실습비	
	• 논문과 학회 발표 실적에 따른 인센티브	
복지 장학제도	• 해외 장단기 연수 기회 우선 부여	
	• 해외학회 추가 참가 기회 부여	
	• 전일제 대학원생에 대한 등록금 전액 지원, 기숙사 우선 배정	
	• 대학원생 생활비 지원	
	• 정신건강지원을 위한 상담 프로그램 운영 고도화	
	■상담코칭센터 전문인력을 활용한 상담서비스 제공(전임상담원 3명, 객원상담원 2명) ■대학원생 또래상담제도를 대학원생 대상 전문 서비스로 업그레이드 ■대학원 및 상담코칭센터 홈페이지에 대학원생 전용 심리지원 온라인 서비스 제공 ■대학원생 대상 상담코칭 사례에 대한 정기 사례회의 및 수퍼비전 실시 ■대학원생 정신건강 증진 프로그램의 전문화 및 다양화	
	• 대학원생의 안정적 생활 지원을 위한 프로그램	
	■외국인 담당 지도교수를 통한 멘토링과 상담지도	

외국인 대학원생 면담일지

면담학기	2024년 2학기	멘토교수 :	차 승 규	(사인 <i>Shark</i>)
면담일 :	7월 26일	면담장소 :	의학관 원계홀	면담유형 : 개인 (), 그룹(O)
면담학생 : Tr		외 26명		
(총 28명, 서명부 참조)				

*** 면담일지**

* 면담내용 : 아래의 프로그램으로 외국인학생 모임을 진행하였음

1. Program:

- Farewell to the current supervising advisor of the International Student Community, Professor Seung-Kuy Cha, and welcome to the new supervising advisor, Professor Bo Am Seo.
- Farewell to the current President of the International Student Community, Tran Nhat Le, and Vice President, Chaodeng Mo.
- Election of the new President of the International Student Community, Chaodeng Mo, and Vice President, Chau Cat Tuong.
- Farewell to 11 students graduating this semester.
- Gifts for 11 students graduating this semester.
- Dinner.

2. Message from international students

3. Election of International students committee

- President: Chodeng Mo (Depts. Convergence Medicine and Global Medical Science)
- Vice president: Cat Tuong (Depts. Convergence Medicine and Global Medical Science)



*건의사항 : 외국인 학생들의 건의 사항 및 의견을 아래와 같이 취합하였음

1) Message from international students

- Studying & working environment is very friendly
- The international student community is very supportive

2) Suggestions:

- Kitchen for the dormitory
- Fieldtrip or vacation together with more active team building activities

* 학생 면담일자별로 1부씩 작성하여 주시기 바랍니다.

(제출일 : 2024년 7월 29일)

International Students Meeting 2024-1			
No.	Name	Department	Signature
1		ENT	
2		Biochemistry	
3		Biochemistry	
4		Biochemistry	
5		Biochemistry	
6		Biochemistry	
7		Biochemistry	
8		Biochemistry	
9		Physiology	
10		Physiology	
11		Physiology	
12		Physiology	
13		Physiology	
14		Physiology	
15		Physiology	
16		Convergence Medicine	
17	Arou	hanh	
18		Convergence Medicine	
19		Convergence Medicine	
20		Convergence Medicine	
21		Convergence Medicine	
22		Convergence Medicine	
23		Convergence Medicine	
24		Convergence Medicine	
25		Convergence Medicine	
26		Convergence Medicine	
27		Nursing	
28		Nursing	
29		Nursing	
30		Medical Education	
31		Medical Education	
32		Health Policy	
33	Sc	lay	
34	Chupe	Regenerative medicine	
35			
36			
37			
38			

- 대학원생 중도탈락 방지를 위한 모니터링
- 선/후임 대학원생 연결(sibling 제도)을 통한 대학원생의 정착 지원
- 대학원생 전용 사무공간(global lab), 휴식과 회의 공간 운영
- 대학원생 정기 건강검진과 의료보험 지원
- 대학원생-박사후연구원 연결(mentor-mentee)제도를 통한 연구 노하우 전수와 친교 도모
- 원우회(Graduate Student Organization)을 통한 대학원생 활동 지원
- 외국인 대학원생 대상 한국어 교육 지원과 국립국제교육원 제공 국비 장학금(Global Korea Scholarship) 수혜 장려

교육 연구 지원

- 국제, 국내 학술대회 참가 경비 지원
- 정기적으로 실험기술과 실험동물 워크숍 개최
- 논문작성지원, 학술정보활용 교육
 - 논문작성, 학술정보활용, ICT 관련 교육, 디지털 리터러시 온오프라인 교육 제공
 - 미래융합교육개발원, 학술정보원 프로그램과 연계
- 대학원생 연구 세미나 매주 개최

	<ul style="list-style-type: none"> • 대학원생 우수 논문상 시행 • 대학원 학술대회를 통한 우수 대학원생 시상 • 학술정보원 비교과 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 온라인 학술 정보교육 ▪ 전문 검색엔진을 활용한 학문분야 학술검색, JCR 저널 투고전략, 참고문헌 관리 교육 • 미래융합연구원 포럼과 세미나 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학원생과 학부생 대상의 융합연구방법론 교육과정인 ICONS 융합아카데미, 산업체 협력 융합연구 교육프로그램 개최
취업지원	<ul style="list-style-type: none"> • 개인별 학업/진로/경력 통합관리지원시스템(Y-SLI) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학원생의 입학에서 졸업과 진로 관리에 이르는 학업주기별 학생의 활동이력을 확인하고 관리할 수 있는 진로와 경력관리 시스템 구축 ▪ 대학원 학사관리 시스템과 연동하여 대학원생의 전주기적 학업/진로/경력 통합 관리 • 인재개발원 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 연세취업아카데미: 모의면접 ▪ 취업특강, 취업컨설팅 ▪ 커리어카페: 대학 내 취/창업 지원 기능의 공간적 일원화 ▪ 국내외 대학과 연구소 등 관련 기관의 취업 동향, 사례 등 진로지원 관련 정보 뉴스레터 제공 • 사회교육개발원 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 외국어, 정보교육, 공인시험센터 운영 ▪ 토익, 토익스피킹, 오픽, 모스 등 • 창업지원단 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 창업 실무 특강과 특허 특강 ▪ 기업가 정신 함양을 위한 전문가 특강 • 실험실창업 지원 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 창업지원단 내 대학원생 실험실 창업 전담행정 인력 배치 ▪ 대학원생 대상 교과/비교과 창업 강좌 확대, 기술창업 멘토링과 컨설팅 프로그램 확대 운영

4.3. 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2023년 8월 및 2024년 2월 졸업한 교육연구단(팀) 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2023년 8월 졸업자	석사	-	-	-	-	-	-	-
	박사	-			-	-	-	
2024년 2월 졸업자	석사	-	-	-	-	-	-	-
	박사	-			-	-	-	
2024년 8월 졸업자	석사	1	0	0	0	1	1	100%
	박사	-			-	-	-	

- 본 교육연구단은 재선정평가로 2024년 3월 사업이 시작되어 2023년 8월 및 2024년 2월의 소속 학과 졸업자 중 참여대학원생은 없음
- 2024년 8월 졸업자 중 참여대학원생은 석사 1명(NOREIGA POLO, CARLOS. 지도교수 박규상)으로 현재 연세대학교 미래의료산학협력단 소속 석사후 연구원으로 재직중임

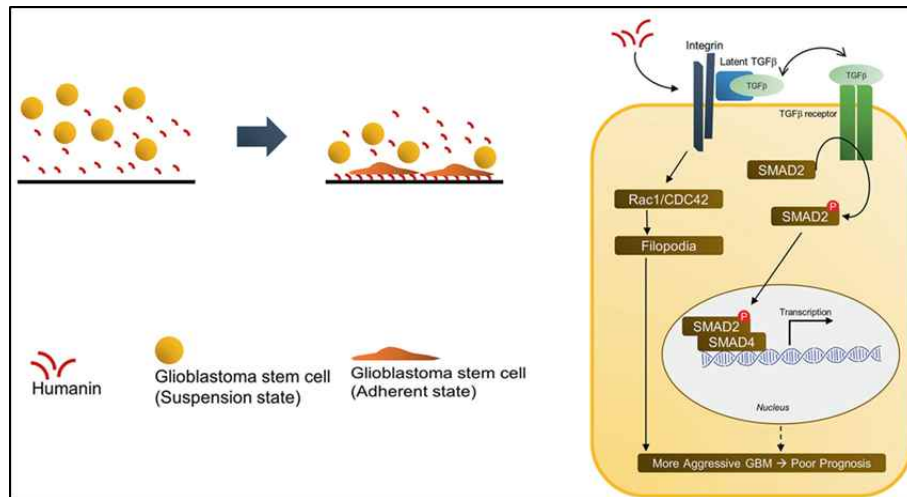
5. 참여대학원생 연구실적의 우수성

5.1. 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

연번	1	실적구분	논문	참여대학원생	
게재연월		2024. 6.		제1저자	
실적 제목	Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression				
게재지(저널명)		Cell Death&Disease	권(호) 페이지	15(6):464	
요약문					
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구성과는 해당분야의 저명 학술지 Cell Death & Disease (IF 8.1, Q1 저널)에 게재되었음• 악성 신경교종인 교모세포종의 진행과정에서 중요한 역할을 하는 mitochondria-derived peptide (MDP) Humanin의 역할을 분자수준에서 규명하여, 이 분야에 중요한 기여를 한 연구로 평가됨					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성 <ul style="list-style-type: none">• Humanin이 Integrin αV-TGFβ 축을 활성화하여 교모세포종의 세포부착, 이동, 침습을 유도하는 새로운 기전을 제시함• 기존 세포보호 역할로 알려진 Humanin을 종양진단과 치료표적으로 제시함으로써, Humanin의 기능적 역할에 대한 새로운 관점을 제시한 창의적 연구					
연구내용 및 관련 분야 기여 <ul style="list-style-type: none">• 종양 미세환경에서 Humanin이 Integrin과 TGFβ 신호를 통해 종양 침습성을 높이는 역할을 규명하여, 악성 뇌종양의 진행을 이해하는 데 중요한 지견을 제공함• 교모세포종의 병리적 기전에 대한 이해와 종양생물학 및 신경학 분야에서 광범위한 응용 가능성을 제공함					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구성과는 질병의 분자기전과 중개연구를 연결하는 교육연구단의 혁신적 연구 비전과 목표에 부합함• 난치성 암 질환인 교모세포종의 병태생리를 규명함으로써, 교육연구단이 지향하는 혁신적 의과학 교육과 연구능력 역량 개발을 위한 중요한 기반을 제공					

연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과

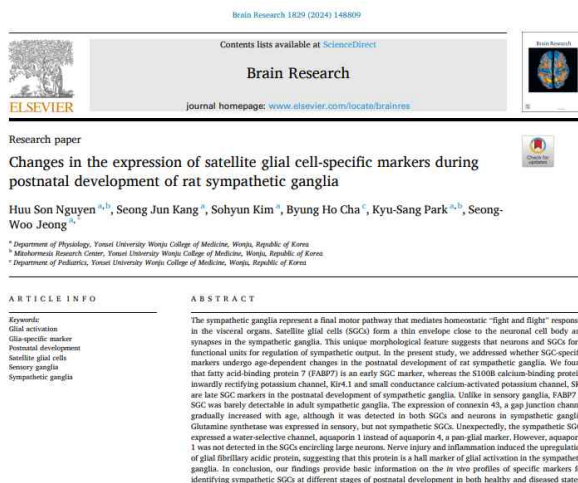
- Humanin을 교모세포종의 새로운 표적치료로 제안함으로써, 뇌종양 환자의 생존을 개선에 기여할 가능성을 제시함
- MDP-TGF β 신호를 매개로 하는 교모세포종의 침습성과 전이성을 억제할 수 있는 혁신적 치료법 개발의 학문적 근거기반을 마련



연번	2	실적구분	논문	참여대학원생	
게재연월		2024. 4.		제1저자	
실적 제목	Changes in the expression of satellite glial cell-specific markers during postnatal development of rat sympathetic ganglia				
게재지(저널명)		Brain Research		권(호) 페이지	1829:148809



요약문

The sympathetic ganglia represent a final motor pathway that mediates homeostatic "fight and flight" responses in the visceral organs. Satellite glial cells (SGCs) form a thin envelope close to the neuronal cell body and synapses in the sympathetic ganglia. This unique morphological feature suggests that neurons and SGCs form functional units for regulation of sympathetic output. In the present study, we addressed whether SGC-specific markers undergo age-dependent changes in the postnatal development of rat sympathetic ganglia. We found that fatty acid-binding protein 7 (FABP7) is an early SGC marker, whereas the S100B calcium-binding protein, inwardly rectifying potassium channel, Kir4.1 and small conductance calcium-activated potassium channel, SK3 are late SGC markers in the postnatal development of sympathetic ganglia. Unlike in sensory ganglia, FABP7 + SGC was barely detectable in adult sympathetic ganglia. The expression of connexin 43, a gap junction channel gradually increased with age, although it was detected in both SGCs and neurons in sympathetic ganglia. Glutamine synthetase was expressed in sensory, but not sympathetic SGCs. Unexpectedly, the sympathetic SGCs expressed a water-selective channel, aquaporin 1 instead of aquaporin 4, a pan-glial marker. However, aquaporin 1 was not detected in the SGCs encircling large neurons. Nerve injury and inflammation induced the upregulation of glial fibrillary acidic protein, suggesting that this protein is a hall marker of glial activation in the sympathetic ganglia. In conclusion, our findings provide basic information on the in vivo profiles of specific markers for identifying sympathetic SGCs at different stages of postnatal development in both healthy and diseased states.




연번	3	실적구분	논문	참여대학원생	
게재연월		2024. 4.		제1저자	
실적 제목	Upregulation of EMR1 (ADGRE1) by Tumor-Associated Macrophages Promotes Colon Cancer Progression by Activating the JAK2/STAT1,3 Signaling Pathway in Tumor Cells				
게재지(저널명)		International Journal of Molecular Sciences	권(호) 페이지	25(8):4388	
요약문					

Previously, we reported that epidermal growth factor-like module-containing mucin-like hormone receptor-like 1 (EMR1/ADGRE1) is abnormally expressed in colon cancer (CC) and is a risk factor for lymph node metastasis (LNM) and poor recurrence-free survival in patients with abundant tumor-associated macrophages (TAMs). However, the signaling pathways associated with EMR1 expression in CC progression remain unclear. In this study, we aimed to explore the role of EMR1 and its signaling interactions with macrophages in CC progression. Spatial transcriptomics of pT3 microsatellite unstable CC tissues revealed heightened Janus kinase (JAK)/signal transducer and activator of transcription (STAT) signaling in EMR1-HL CC with LNM compared to EMR1-N CC without LNM. Through in vitro coculture of CC cells with macrophages, EMR1 expression by CC cells was found to be induced by TAMs, ultimately interacting with upregulated JAK/STAT signaling, increasing cell proliferation, migration, and motility, and reducing apoptosis. JAK2/STAT3 inhibition decreased the levels of EMR1, JAK2, STAT1, and STAT3, significantly impeded the proliferation, migration, and mobility of cells, and increased the apoptosis of EMR1+ CC cells compared to their EMR1KO counterparts. Overall, TAMs-induced EMR1 upregulation in CC cells may promote LNM and CC progression via JAK2/STAT1,3 signaling upregulation. This study provides further insights into the molecular mechanisms involving macrophages and intracellular EMR1 expression in CC progression, suggesting its clinical significance and offering potential interventions to enhance patient outcomes.


Article

Upregulation of EMR1 (ADGRE1) by Tumor-Associated Macrophages Promotes Colon Cancer Progression by Activating the JAK2/STAT1,3 Signaling Pathway in Tumor Cells

Rokeya Akter ¹, Rackhyun Park ^{2,3}, Soo Kyung Lee ³, Eun ju Han ⁴, Kyu-Sang Park ^{3,5}, Junsoo Park ⁴ and Mee-Yon Cho ^{1,4,6,*} 

¹ Department of Global Medical Science, Yonsei University, Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea; akterhinscha@yonsei.ac.kr
² Department of Life Science, Yonsei University, Yongin 1992, Republic of Korea; flowebush@yonsei.ac.kr
³ Department of Physiology, Yonsei University, Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea; kaisiwo@yonsei.ac.kr (S.K.L.); qiang@yonsei.ac.kr (R.-A.P.)
⁴ Department of Pathology, Yonsei University, Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea; dmsevent@naver.com
⁵ Division of Biological Science and Technology, Yonsei University, Wonju 26426, Republic of Korea; junsoc@yonsei.ac.kr
⁶ Correspondence: meeoyon@yonsei.ac.kr; Tel.: +82-33-741-1553

Abstract: Previously, we reported that epidermal growth factor-like module-containing mucin-like hormone receptor-like 1 (EMR1/ADGRE1) is abnormally expressed in colon cancer (CC) and is a risk factor for lymph node metastasis (LNM) and poor recurrence-free survival in patients with abundant tumor-associated macrophages (TAMs). However, the signaling pathways associated with EMR1 expression in CC progression remain unclear. In this study, we aimed to explore the role of EMR1 and its signaling interactions with macrophages in CC progression. Spatial transcriptomics of pT3 microsatellite unstable CC tissues revealed heightened Janus kinase (JAK)/signal transducer and activator of transcription (STAT) signaling in EMR1-HL CC with LNM compared to EMR1-N CC without LNM. Through in vitro coculture of CC cells with macrophages, EMR1 expression by CC cells was found to be induced by TAMs, ultimately interacting with upregulated JAK/STAT signaling, increasing cell proliferation, migration, and motility, and reducing apoptosis. JAK2/STAT3 inhibition decreased the levels of EMR1, JAK2, STAT1, and STAT3, significantly impeded the proliferation, migration, and mobility of cells, and increased the apoptosis of EMR1+ CC cells compared to their EMR1KO counterparts. Overall, TAMs-induced EMR1 upregulation in CC cells may promote LNM and CC progression via JAK2/STAT1,3 signaling upregulation. This study provides further insights into the molecular mechanisms involving macrophages and intracellular EMR1 expression in CC progression, suggesting its clinical significance and offering potential interventions to enhance patient outcomes.



Citation: Akter, R.; Park, R.; Lee, S.K.; Han, E.J.; Park, K.-S.; Park, J.; Cho, M.-Y. Upregulation of EMR1 (ADGRE1) by Tumor-Associated Macrophages Promotes Colon Cancer Progression by Activating the JAK2/STAT1,3 Signaling Pathway in Tumor Cells. *Int. J. Mol. Sci.* **2024**, *25*, 4388. <https://doi.org/10.3390/ijms25044388>

Academic Editor: Cristina Bălgăruș

5.2. 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

연번	1	실적구분	학술대회	참여대학원생	
성과 일자		2024. 5. 4		발표자	
실적 제목	Synergetic effects of a CC-chemokine receptor 2 inhibitor and transforming growth factor-βreceptor I inhibitor combination on metabolic dysfunction-associated steatohepatitis				
학술대회명	제37차 대한당뇨병학회 춘계학술대회 (창원, 대한민국)				
지도교수		정춘희	발표 형식	구두	
요약문					
창의성/혁신성					
<ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 대사 기능 장애와 관련된 지방간염의 치료에 중요한 기여를 할 수 있음. C-C chemokine receptor type 2 (CCR2) 억제제와 TGF-β receptor I (TGF-βRI) 억제제를 조합하여 사용하는 접근법은 대사성 질환의 복잡한 병리 생리를 타깃으로 혁신적인 치료 전략을 제시함• 대사이상 관련 지방간염(MASH)의 치료제 개발 필요에 따른 본 연구의 MASH 치료제는 초기에 간 조직 내 지방축적 및 염증 억제를 통해 간 섬유화로의 진행을 억제하거나 이미 진행된 간 섬유화를 한 단계 이상 개선하여 간경화 발생을 억제할 수 있음을 보고하였음. 현재까지 개발된 단일 기전을 조절하는 약물은 지방간을 개선하여 단순 지방간에서 효능이 있으나, 지방간염의 주요 문제인 섬유화를 억제할 수 있는 효능이 부족하므로, 서로 다른 기전을 조절하는 물질들의 조합을 통하여 지방간 축적, 염증반응 및 섬유화 발생을 상호보완적으로 제어할 수 있는 병용 물질을 발굴하고자 하는 연구임• TGF-βRI 억제제는 섬유화 진행의 중요 타깃인 TGF-β/Smad signaling pathway을 통해 간 섬유화를 유의하게 개선시켰으나, 간 조직 내 지방 축적이 증가함. CCR2 억제제는 간 조직 내 cytokine 감소, 염증 세포 축적 억제, 지방 합성을 억제하였으나, 섬유화를 완전히 개선하지 못하는 반면, 이들 두 물질의 병용처리는 세포 및 동물실험에서 간 섬유화가 유의하게 개선되는 동시에, 간 조직 내에 축적된 염증 세포, 지방 축적 역시 억제되는 것을 확인함					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성					
<ul style="list-style-type: none">• 학술대회에서 연구 성과를 발표한 것은 교육연구단의 비전과 목표에 부합하는 중요한 활동으로 혁신적 연구를 통해 학문적 기여와 사회적 가치를 창출하는 것을 목표로 하고 있으며, 학술대회에서의 발표는 이러한 목표를 실현하는 데 기여함• 본 연구 결과를 공유하고 다양한 의견을 수렴함으로써 연구의 질을 높이고, 향후 연구 방향을 설정하는데 유익한 통찰을 얻을 수 있었음					
해당 전공분야의 기여성					
<ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 두 가지 경로를 동시에 제어함으로써 염증 및 섬유화를 감소시키고, 지방 대사를 개선하여 간의 기능을 회복하는 데 기여할 수 있음. 또한, 이러한 병용 요법은 기존 치료법에 비해 더 나은 효과를 나타낼 가능성이 높아, 임상에서의 적용 가능성을 넓히는 데 중요한 기반을 제공함• 결론적으로, 본 연구는 대사성 간질환의 이해를 심화시키고, 새로운 치료 옵션을 제시함으로써 해당 전공 분야의 발전에 기여하는 중요한 역할을 할 것으로 기대됨					

연번	2	실적구분	학술대회	참여대학원생	Nguyen	an
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표자	N	
실적 제목	TRPC6 loss of function leading to adipogenesis perturbation and metabolic disorder					
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)					
지도교수		차승규		발표 형식	구두	
요약문						
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 TRPC6 채널 결손이 지방세포 형성과 대사조절에 미치는 영향을 규명하며, 이를 통해 비만 및 대사질환의 새로운 기전을 제시하였음• 특히 TRPC6 결손이 지방조직의 구조적 불안정성, 미토콘드리아 기능장애, 및 활성산소 증가를 초래하여 대사이상을 유발하는 과정을 규명하는 창의적 연구임• TRPC6 기능 저하가 지방세포 maturation에 미치는 영향을 밝히고, 이로 인해 지방조직이 비대화되고 대사적 합병증을 일으킬 수 있다는 연구 결과는 대사 질환의 병태생리에 대한 새로운 관점을 제공함• TRPC6 타겟팅이 비만 및 관련 대사 질환에서 새로운 치료 전략이 될 가능성을 제시함 <div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">• BK21 교육연구단의 연구 및 글로벌 네트워킹 목표에 맞추어 SoLA 2024 학회에서 구연 발표, 연구자 간의 활발한 토론과 협력 기회를 마련• 학위 논문과 연계된 주제로 국제 학술대회에서 발표하여, 연구의 완성도를 높이고 피드백을 통해 연구 방향을 개선할 수 있는 기회를 제공받음 <div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구 성과는 TRPC6 채널의 결핍이 지방조직 및 전신 대사조절에 미치는 영향을 통해 비만 및 대사질환 치료 표적으로서의 가능성을 제시, 이는 만성대사 질환 연구발전에 기여할 수 있음• Young Investigator Session에서 구연 발표로 채택되어, 연구의 우수성을 인정받으며 발표자로서의 역량을 높임						

연번	3	실적구분	학술대회	참여대학원생	Nε	Iran
성과 일자		2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	h	
실적 제목	TRPC6 deficiency-drives adipocyte hypertrophy and mitochondria dysfunction in mice					
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)					
지도교수		차승규		발표 형식	포스터	
요약문						
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 학술대회 발표 성과는 TRPC6 결손이 지방세포에서 미토콘드리아 기능에 미치는 영향을 규명하여, 지방조직의 미토콘드리아 기능장애가 대사질환을 유발할 수 있는 핵심 요인임을 규명하였음. TRPC6 결핍으로 인해 지방세포 내 미토콘드리아 크기 감소, 산화적 인산화 억제, 그리고 활성산소 증가 등의 변화를 확인함으로써, 대사질환에서 세포막 칼슘채널과 미토콘드리아 기능 상호연결성의 중요성을 제시한 혁신적 연구임• 특히, TRPC6 결손으로 인한 cAMP 신호 경로의 변화가 미토콘드리아 기능 저하와 지방조직 비대화를 초래하는 과정을 규명하여, 미토콘드리아 중심의 새로운 대사 조절 기전을 제시한 혁신적인 연구• 본 연구는 미토콘드리아 기능장애와 지방대사 이상을 표적으로 하는 새로운 치료 전략의 가능성을 열어, 대사질환 및 비만 치료 연구에 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대함 <div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구성과는 미토콘드리아 기능을 기반으로 한 대사질환의 새로운 병태생리 기전을 제시하여, BK21 교육연구단의 선도적 연구역량 강화와 융합형 혁신인재 양성 목표를 달성하는 데 부합함. TRPC6을 통한 미토콘드리아 조절 기전 규명은 연구단의 미션과도 일치하며, 대사질환 연구의 미래적 비전을 제시함• KSMRM 2024 국제 학술대회에서 발표된 본 연구는 BK21의 국제적 연구 네트워킹 목표에 기여하며, 다양한 연구자들과 미토콘드리아 기반 대사조절 연구에 대한 지식과 통찰을 공유하는 소중한 기회를 제공함 <div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구성과는 세포막 칼슘유입 채널인 TRPC6가 지방세포 비대와 미토콘드리아 기능에 미치는 영향을 구체적으로 규명하여, 지방대사 조절의 새로운 분자기전을 제시하였음. 이는 비만과 대사질환에서 세포내 칼슘유입과 미토콘드리아 간 상호작용이 지방 대사 조절에 대한 새로운 지견을 제공하며, 지방세포 기능장애가 대사질환에 미치는 영향을 더욱 명확히 하는 중요한 학술적 기여로 평가됨• TRPC6 경로를 표적으로 하는 새로운 대사질환 치료 전략의 가능성을 열어, 향후 지방대사 및 비만 연구에서 중요한 치료표적으로 활용될 수 있는 학문적 기반을 제공하였음. 이 연구성과는 지방대사 및 에너지 균형 조절 분야에서 의미 있는 혁신으로 작용할 것으로 기대함						

연번	4	실적구분	학술대회	참여대학원생	I
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표자	I
실적 제목	Phosphate interferes with calcium-dependent filtration mechanism in podocyte				
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)				
지도교수		차승규	발표 형식	구두	
요약문					
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 인산(phosphate, Pi)이 칼슘-의존성 콩팥 여과기전에 미치는 영향을 규명하여 만성 신장 질환의 새로운 병태생리 기전을 제시하였음. 특히, Pi에 의한 미토콘드리아 칼슘과 활성산소 생성에 미치는 새로운 기전을 제시하여, 콩팥 족세포 손상과 단백뇨 유발 기전을 미토호메시스 기전으로 제시하는 혁신성을 보여줌• Akt-의존성 Orai1 채널의 발현 조절을 통해 Pi에 의해 변화된 칼슘신호와 세포골격의 변화가 세포 손상과 여과기능 저하를 유도함 규명하였으며, 단백뇨 유발 질환의 새로운 치료 표적으로서의 가능성을 제시• 미토콘드리아 스트레스 인자인 GDF15가 Pi에 의한 만성적 손상효과를 완화하는 기전을 규명하여, 만성신장질환의 새로운 병리기전을 제시함 <div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">• SoLA 2024 학회에서 구연 발표 및 토론과정을 통해 연구 교류를 활성화하였음. 이는 BK21 교육연구단의 글로벌 연구 네트워킹 목표에 부합함• 학위 논문과 연계된 주제로 학술대회에 발표하여, 학위논문에 대한 깊이있는 학문적 조언과 피드백을 통해 연구를 한층 더 발전시키는 중요한 기회를 제공받음 <div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구 성과는 Pi과 칼슘신호 조절이 콩팥 여과기능과 단백뇨 유발에 미치는 새로운 기전을 규명함으로써, 만성콩팥질환 연구와 치료 표적개발에 학문적 근거를 제공함• 본 연구는 Pi의 단기 및 장기 스트레스에 대한 미토호메시스 기전을 최초로 제시한 혁신적인 성과로, 향후 Pi에 의한 새로운 치료 및 중재법 개발의 토대를 제공함					

연번	5	실적구분	학술대회	참여대학원생	
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표자	
실적 제목	Regulation of autophagy via the lysosomal TRPML1 channel by WNK kinase				
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)				
지도교수	박규상,차승규		발표 형식	구두	
요약문					
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 WNK1 kinase가 TRPML1 채널을 통한 리소좀 칼슘신호 조절을 통해 자가포식 경로를 억제하는 새로운 기전을 규명하여, 자가포식 조절에 대한 창의적 접근을 보여주었음• WNK1의 활성화가 TRPML1 채널 기능에 미치는 영향을 규명하여, WNK 억제제를 통해 자가포식 경로 회복이 가능함을 제시하여, 대사 스트레스와 관련된 세포보호 전략으로서의 가능성을 확인함• 본 연구를 통해 리소좀형성과 자가포식 조절 간의 연관성을 새롭게 규명하였으며, 이를 통해 다양한 대사질환에서의 자가포식 조절 표적으로서의 가능성을 제시하였음 <div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">• 자가포식과 리소좀 기능 조절의 새로운 기전을 규명은 BK21 교육연구단의 목표인 선도적 연구 역량 강화와 융합형 인재 양성에 목표에 부합함. WNK1에 의한 TRPML1 채널 조절을 통한 자가포식 경로 규명의 혁신적 접근은 기존의 대사질환 연구에 중요한 통찰을 제공하며, 이는 혁신 인재 양성이라는 연구단의 목표에 부합함• 본 연구는 글로벌 수준의 학술적 성과로 교육연구단의 국제적 연구역량 강화목표를 달성하는 데 기여함. 또한 발표와 토론을 통해 국제 연구자들과의 지식공유와 피드백을 통해 연구의 깊이와 적용 가능성을 넓히는 성과를 냄 <div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구 성과는 자가포식 조절에 대한 새로운 기전과 이를 매개하는 인자를 규명하여, 대사질환과 퇴행성질환 등 자가포식에 의해 매개 되는 만성질환 연구 분야에 중요한 학문적 근거를 제공함• 본 성과는 Young Investigator Session에서 구연 발표로 채택되어 연구의 우수성을 인정받았으며, 발표자로서의 역량을 더욱 강화하는 기회가 되었음					

연번	6	실적구분	학술대회	참여대학원생	
성과 일자		2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	
실적 제목	Regulation of TRPML1-mediated lysosomal Ca ²⁺ release and mitochondria function by WNK1 kinase in autophagy				
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)				
지도교수	박규상, 차승규		발표 형식	포스터	
요약문					
<p>창의성/혁신성</p> <ul style="list-style-type: none">• 학술대회 발표는 WNK1이 리소좀의 TRPML1 채널을 통해 미토콘드리아 기능과 자가포식 경로를 조절하는 새로운 기전을 규명하여, 미토콘드리아 중심의 대사 조절 메커니즘에 중요한 혁신적 접근을 제시하였음• WNK1의 활성화가 TRPML1을 통해 리소좀-미토콘드리아 칼슘 신호를 억제하여 자가포식과 미토파지(mitophagy) 기능을 방해하는 과정을 규명함으로써, 세포 내 미토콘드리아 항상성 유지와 대사 스트레스 대응에 관한 새로운 통찰을 제공함• 본 연구성과는 WNK1과 TRPML1의 상호작용을 표적으로 하여, 미토콘드리아와 리소좀 기능 장애를 개선할 수 있는 잠재적 치료 전략의 가능성을 제시하여 대사질환 및 신경퇴행성 질환 연구에 창의적 접근에 기여 할 수 있을 것으로 사료됨					
<p>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none">• 상기 대학원생의 연구는 미토콘드리아와 리소좀 기능조절에 대한 창의적 분석을 통해 BK21 교육연구단의 선도적 연구역량을 갖춘 인재 양성목표를 달성하는 데 부합함. 특히 WNK1의 기능 억제 및 활성화 기전을 통해 자가포식 조절과 미토콘드리아 항상성 유지의 새로운 방법론을 제시하였으며, 이는 연구단의 핵심 비전과 일치함• 본 연구는 KSMRM 국제 학술대회에서 발표되어 다양한 연구자들과의 교류를 통해 연구 성과를 글로벌 무대에서 인정받으며, BK21 사업단의 국제적 연구 네트워킹 목표에 기여하는 성과를 이룸					
<p>해당 전공분야의 기여성</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 학술대회 발표성과는 자가포식과 미토파지의 조절기전에 대한 중요한 통찰을 제공하여, 미토콘드리아 기능장애와 연관된 대사/퇴행성질환 연구의 새로운 지평을 열 수 있는 학문적 기여로 평가됨• TRPML1과 WNK1의 상호작용을 통한 세포 내 대사조절 기전을 규명함으로써, 향후 대사질환 및 신경퇴행성 질환에서의 치료표적 발굴 및 치료 전략개발에 학문적 기반을 제공함					

연번	7	실적구분	학술대회	참여대학원생	1
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표자	
실적 제목	Mitochondria-associated membrane complex protein Ei24 modulate stored-operated calcium entry via STIM1 interaction				
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)				
지도교수		차승규	발표 형식	구두	
요약문					
<p>창의성/혁신성</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 Mitochondria-associated membrane(MAM) 복합체에서 ER 막 단백질 Ei24가 ER 칼슘센서 STIM1과 상호작용하여 store-operated calcium entry (SOCE) 경로를 조절하는 역할을 새롭게 규명하였음. 이는 세포내 칼슘 항상성 기전을 새롭게 규명하여, 기존 연구와 차별화된 창의성을 보여줌• Ei24가 STIM1의 이동성을 제한하여 CRAC 채널의 칼슘유입을 조절하는 기전을 규명하여 세포 신호 전달과 대사조절에서 칼슘신호 조절의 새로운 지견을 제공함• STIM1의 CRAC 채널 조절의 새로운 치료표적으로서 Ei24 가능성을 제시하여, SOCE 조절과 관련된 다양한 질환 치료연구에 응용할 수 있는 학문적 기반을 제시함					
<p>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 MAM 칼슘신호 전달의 새로운 인자와 제어 기전을 제공하는 창의적인 연구결과로, BK21 교육연구단의 선도적 연구역량 강화 및 융합형 혁신 인재 양성 목표에 부합함. 본 성과는 세포 및 분자 생리학 분야에서 세계적 수준의 연구성과로 인정받을 것으로 기대하며, 글로벌인재 양성의 연구단 목표에 기여함• 학술교류를 활성화하며 연구성과를 다양한 연구자와 공유하여, BK21의 국제적 연구역량 강화와 글로벌 네트워킹 목표를 달성하는 데 기여함					
<p>해당 전공분야의 기여성</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구성과는 ER 단백질인 Ei24와 STIM1 상호작용에 의한 칼슘조절 특히 미토콘드리아-ER 상호작용에 기전의 새로운 지견을 제공하여, 칼슘신호 및 세포소기관 접촉면 신호전달의 중요한 단초를 제공함• 본 발표는 Young Investigator Session에서 구연 발표로 채택되어 연구의 우수성을 인정받았으며, 발표자로서의 역량을 강화하는 계기가 되었음					

연번	8	실적구분	학술대회	참여대학원생	N
성과 일자		2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	
실적 제목	The Role of Ei24 in Fine-tuning STIM1-Driven SOCE and Mitochondrial Ca ²⁺ Dynamics				
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)				
지도교수		차승규	발표 형식	포스터	
요약문					
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">• 본 학술대회 발표 내용은 MAM 단백질 Ei24가 STIM1과 상호작용하여 ER과 미토콘드리아 간 칼슘조절을 세밀하게 조절하는 역할을 규명하여, 세포내 소기관간 칼슘항상성 유지 기전에 대한 중요한 새로운 관점을 제시한 창의적 내용임• Ei24가 CRAC 채널을 통해 이루어지는 SOCE 경로의 칼슘 유입을 억제함으로써 미토콘드리아와 ER 간의 칼슘 동역학을 조절한다는 연구결과는 미토콘드리아와 ER 사이의 상호작용에 대한 새로운 통찰을 제공함• 본 연구는 Ei24의 과발현이 STIM1의 이동성을 억제하고, 이를 통해 ER-미토콘드리아 간 칼슘 이동을 제어함으로써 다양한 대사질환과 신경퇴행성 질환에서의 새로운 치료 가능성을 제시함 <div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">• 대학원생의 학회 발표 성과는 미토콘드리아와 ER 사이의 칼슘신호 전달조절에 대한 혁신적인 접근을 통해 BK21 교육연구단의 선도적 연구역량 강화 및 융합형 혁신 인재 양성 목표를 잘 반영하는 것으로 사료됨• 미토콘드리아 연구 관련 국제 학술대회에서 발표되어 글로벌 연구자들과의 활발한 학술교류가 이루어졌으며, 이를 통해 BK21 사업단의 국제적 연구네트워킹 목표를 실현하며 연구 성과를 국제적으로 인정받아, 글로벌 혁신인재 양성 비전에 부합함 <div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">• 대학원생의 학술대회 발표성과는 Ei24와 STIM1의 상호작용을 통한 SOCE 조절이 ER-미토콘드리아 접촉면에서 칼슘조절 분자스위치로서 기능을 규명하여, 대사질환 및 신경퇴행성 질환의 병태생리 이해와 치료에 기여할 수 있는 학문적 근거를 제시함• 이러한 성과는 미토콘드리아와 ER 간의 세포 소기관 접촉면에서의 칼슘조절 기전에 대한 새로운 통찰을 제공함					

연번	9	실적구분	학술대회	참여대학원생	
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표자	
실적 제목	Differential Expression of SOCE-Related Genes in Renal Cell Carcinoma Subtypes Revealed by Transcriptome Analysis				
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)				
지도교수		차승규	발표 형식	구두	
요약문					
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">본 연구는 신장세포암종(ccRCC, pRCC)에서 SOCE 관련 유전자의 발현 차이를 규명하여, 암종별로 상이한 칼슘 신호 조절 기전을 제시하였습니다. 특히, ORAI1과 ORAI3의 발현 및 기능적 차이를 분석하여 암세포의 이동 및 전이에 미치는 영향을 밝혀냄으로써, 기존 연구와 차별화된 창의적 접근을 보여줌TCGA 데이터를 이용한 전사체 분석과 siRNA를 통한 ORAI 채널의 기능적 결손 실험을 통해, 암세포 이동성과 전이 억제 기전을 새롭게 규명하였음. 이는 신장암 치료표적 발굴에 중요한 기여를 할 수 있는 결과임.SOCE 기전이 신장암의 아형별로 다르게 작용함을 제시하여, 맞춤형 치료 전략의 개발 가능성을 높이는 연구 성과를 도출함					
<div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">상기 대학원생의 연구는 신장암의 분자적 기전 연구를 통해 BK21 교육연구단의 혁신적 연구 역량 강화와 미래 지향적 인재 양성 목표에 부합함. 특히, 암 전이 기전과 관련된 칼슘신호의 조절기전을 제시하여, 신장암 연구의 국제적 경쟁력을 높이는 데 기여함연구 결과는 신장암의 맞춤형 치료 표적 발굴과 관련된 중요한 학술적 통찰을 제공하며, BK21 교육연구단의 융합형 연구 및 글로벌 연구 협력을 촉진하는 데 기여함.학술대회에서 발표된 연구 성과를 통해 국제적 네트워크를 강화하고, 연구의 적용 가능성을 넓히는 기회를 제공하였음.					
<div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">본 연구업적은 신장세포암종 아형별 SOCE 관련 유전자 발현 차이를 규명함으로써, 신장암 전이 기전 이해와 치료전략 개발에 중요한 학문적 기여를 할 수 있는 가능성을 제시함본 발표는 Young Investigator Session에서 구연 발표로 채택되어 연구의 우수성을 인정받았으며, 발표자로서의 역량을 한층 더 강화하는 계기가 되었음					

연번	10	실적구분	학술대회	참여대학원생	
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표자	
실적 제목	WNK1 is a novel culprit for hepatic stellate cell actiation and the progression of hepatic fibrosis				
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)				
지도교수	차승규		발표 형식	구두	
요약문					
<p>창의성/혁신성</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 WNK1 단백질이 간섬유화에서 간성상 세포(hepatic stellate cell, HSC)의 활성화를 촉진하는 새로운 기전을 규명하여, 기존의 고혈압 및 나트륨 전류 조절자로서의 WNK1의 역할을 넘어서 새로운 관점을 제시하였음• WNK1과 하부 신호경로인 SPAK, OSR1, NCX1, 등이 간 섬유화에 미치는 영향을 분석하여 간질환에서 이들의 역할을 체계적으로 규명하였음. 이는 새로운 치료 표적 발굴에 중요한 기여를 할 수 있는 창의적 접근으로 평가됨.• WNK1 신호 억제를 통해 섬유화 표지자의 발현을 감소시키는 가능성을 보여주어, 간섬유화 및 문맥성 고혈압과 같은 간질환 치료에 있어 실질적인 응용 가능성을 제시하였음.					
<p>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none">• 대학원생의 연구는 UC Berkeley의 학생과 공동 연구 협력으로 이루어졌으며, BK21 교육연구단의 국제 연구 협력 강화와 글로벌 네트워킹 목표를 잘 반영하고 있음. 국제적 연구 협력을 통해 세계적인 수준의 연구 성과를 도출함으로써 연구 성과의 질을 높이는 데 기여하였음• BK21 사업계획서의 혁신적 연구역량 강화와 미래 지향적 인재양성 목표에 부합하며, 특히 WNK1 신호 경로에 대한 통합적 분석을 통해 학문적 깊이를 더하고, 간질환 연구의 발전을 선도할 수 있는 인재로 성장하는 기반을 마련하였음					
<p>해당 전공분야의 기여성</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 WNK1과 그 관련 신호 경로가 간섬유화와 문맥성 고혈압에 미치는 영향을 규명하여, 간질환의 분자적 병태생리에 대한 중요한 학문적 기여를 할 수 있는 가능성을 제시하였음• 고혈압/고칼륨혈증 유발 인자의 간섬유화 매개 기전 규명을 통해 간-콩팥 상호작용 병태생리에 새로운 지견을 제공하는 의미있는 연구로 사료됨• 본 발표는 Young Investigator Session에서 구연 발표로 채택되어 연구의 우수성과 혁신성을 인정받았으며, 발표자로서의 역량을 강화하는 계기가 되었음					

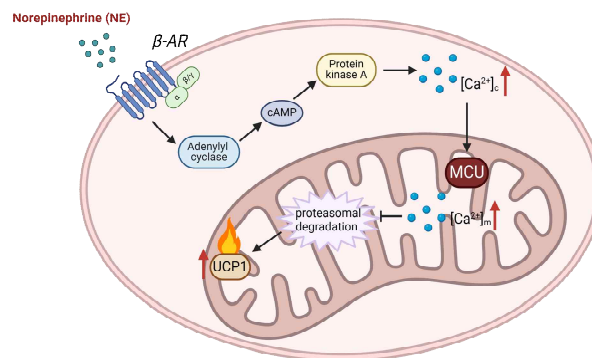
연번	11	실적구분	학술대회	참여대학원생	
성과 일자		2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	
실적 제목	Expression analysis of Mitochondrial Calcium Uniporter Highlights its Critical Roles in the Transition from MASLD to Hepatic Fibrosis				
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)				
지도교수		차승규	발표 형식	포스터	
요약문					
<div>창의성/혁신성</div> <ul style="list-style-type: none">본 연구발표는 미토콘드리아 칼슘채널인 (Mitochondrial Calcium Uniporter, MCU) 복합체의 발현 분석을 통해 대사성 지방간 질환(MASLD)에서 대사성 지방간염(MASH)으로 진행되는 과정에서 미토콘드리아 유전자 발현 변화가 중요한 역할을 한다는 새로운 기전을 제시하였음MASLD에서 MASH로 진행할 때 미토콘드리아 및 MAM 관련 유전자들이 칼슘 항상성 조절을 통해 간 섬유화와의 연관성을 보이는 것을 규명하여, 간질환 병태생리에 대한 혁신적이고 창의적인 접근을 제시함본 연구는 미토콘드리아 칼슘신호와 섬유화 관련 유전자들 간의 높은 상관관계를 규명하여, 간질환의 병리적 진행을 조절할 수 있는 새로운 치료표적을 제시하는 혁신적 연구결과임					
<div>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</div> <ul style="list-style-type: none">상기 대학원생의 연구는 미토콘드리아와 ER 사이의 칼슘신호 전달의 변화가 대사성 지방간 질환의 진행 과정에 미치는 영향을 분석함으로써, BK21 교육연구단의 창의적이고 혁신적 연구역량 강화와 미래지향적 인재 양성 목표에 부합함상기 연구과정을 UC Berkeley 학생과의 협력연구로 수행되어, 국제 공동연구를 통한 글로벌 연구 네트워크를 확대와, BK21 사업단의 국제적 연구협력 강화목표를 실현하는 중요한 성과를 제공하였음					
<div>해당 전공분야의 기여성</div> <ul style="list-style-type: none">본 연구발표 업적은 간질환에서 MCU 복합체와 MAM 단백질이 미토콘드리아와 ER 간의 칼슘조절을 통해 MASLD와 MASH 간의 진행 과정에 미치는 영향을 규명하여, 대사성 간질환의 병태생리 이해와 치료전략 개발에 기여할 수 있는 학문적 근거를 제공함이 연구성과는 간질환의 진행을 조절할 수 있는 중요한 치료표적을 제시함으로써, 간대사 질환 연구 및 치료전략 개발에서 혁신적인 성과로 제시할 수 있음					

연번	12	실적구분	학술대회	참여대학원생
성과 일자	2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	
실적 제목	Ca ²⁺ -inhibited mitochondrial protein degradation in brown adipocytes			
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)			
지도교수	박규상	발표 형식	포스터	

요약문

창의성/혁신성

- 일반적인 열생산 기전으로 알려진 갈색지방에서의 UCP1 단백발현 증가는 비교적 느리게 일어나는 반면, 실제 교감신경 자극에 의한 체온상승 효과는 30분 이내에 나타나는 점에 착안하여 짧은 시간에 나타나는 열생산 자극 기전을 규명하고자 하였음
- 갈색지방의 UCP1 변화를 확인한 결과 30분 이내에 UCP1 단백 총량이 증가함을 확인하였으며, 이는 단백 합성의 증가가 아니라 프로테아좀 분해의 억제임을 확인하였음
- 미토콘드리아 단백질의 프로테아좀 분해는 칼슘 증가에 의해 억제됨을 확인하였으며, 교감신경 전달 물질인 norepinephrine에 의해 분해가 억제되고 칼슘제거에 의해 이 효과가 사라짐을 확인하였음
- 미토콘드리아 칼슘 유입이 분해 조절에 중요한 기전임을 확인하였으며, 미토콘드리아 칼슘 유입억제에 의해 UCP1 포함 미토콘드리아 단백질양 증가효과가 소실됨을 확인하였음



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 세포소기관 및 대사조절에 관한 연구로 교육연구단의 비전에 잘 부합하며, 대학원생이 제1저자이고 지도교수가 책임저자로 관여하였음
- 연구결과가 우수하여 학회에 발표하여 우수포스터상을 수상하였으며, 많은 조연과 토론을 하는 중요한 기회가 되었음

해당 전공분야의 기여성

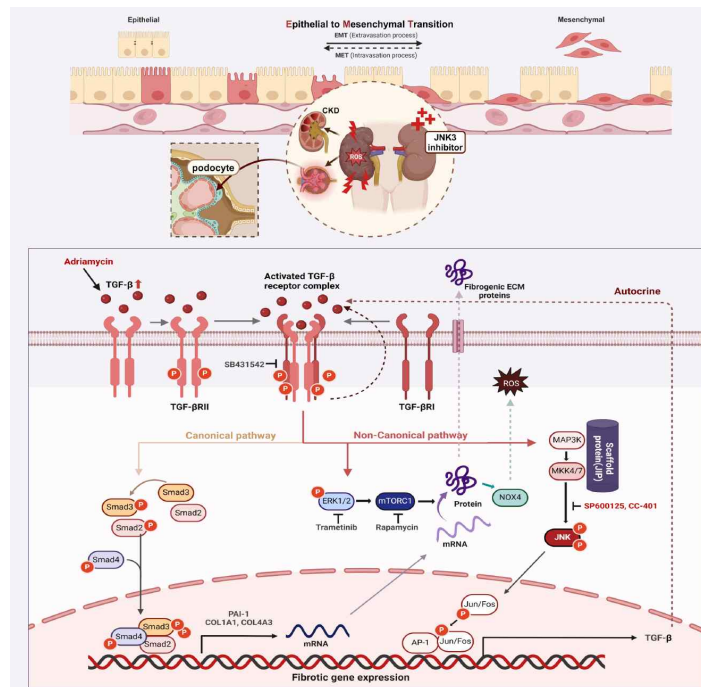
- 본 연구내용은 체내 대사 평형 및 항상성에 중요한 에너지 소비 기관인 갈색지방에서 급성 열 생산 증가의 분자기전을 새롭게 제시하였으며, 열생산 및 에너지 대사의 생리적 기전 이해와 대사질환 관련 치료전략 개발에 중요한 정보를 제공하였음

연번	13	실적구분	학술대회	참여대학원생
성과 일자	2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	
실적 제목	JNK3, a Novel Therapeutic Target for Chronic Kidney Disease			
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)			
지도교수	박규상	발표 형식	포스터	

요약문

창의성/혁신성

- 본 연구는 신장 사구체경화증에서 나타나는 섬유화 기전에서 TGF-beta 관련 신호전달 중 JNK의 역할을 규명한 연구로서, 특히 JNK3가 중요한 치료타깃임을 규명한 연구임
- JNK3의 발현을 억제하거나 선택적인 차단제를 투여한 경우 세포의 섬유화 및 상피-중간엽 이행이 효과적으로 억제되며, 족세포의 발달기 형성도 회복됨을 확인하였음
- 사구체경화증 동물모델에서 JNK3 선택적 억제제는 단백질 및 사구체 장벽손상을 방지하였고, JNK 비선택적 억제제에 비해 부작용이 경미하였음



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 노화 관련 섬유화 기전 및 치료전략 개발 연구로 교육연구단의 비전에 잘 부합하며, 대학원생이 제 1저자이고 지도교수가 책임저자로 관여하였음

해당 전공분야의 기여성

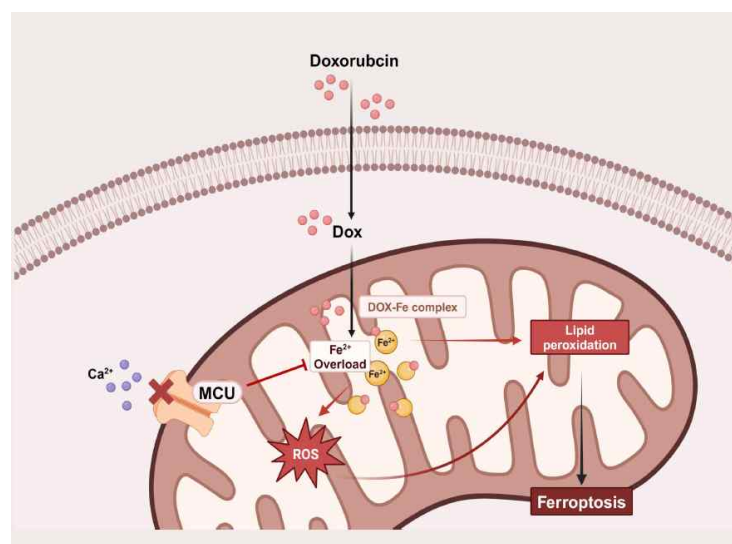
- 본 연구내용은 사구체 경화증 병태생리 기전에서 JNK3의 역할을 새롭게 제시하였으며, 향후 치료제 개발에서 JNK3가 중요한 치료타깃임을 증명하였음

연번	14	실적구분	학술대회	참여대학원생
성과 일자	2024. 8. 28. ~ 30.		발표자	
실적 제목	Genetic Suppression of Mitochondrial Ca^{2+} Uniporter Prevents Podocyte Ferroptosis and Glomerulosclerosis			
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)			
지도교수	박규상	발표 형식	포스터	

요약문

창의성/혁신성

- 본 연구는 사구체 경화증 관련기전에서 새롭게 ferroptosis가 관여함을 밝히고, 특히 미토콘드리아 산화스트레스 생성에 중요한 칼슘 증가가 관여함을 증명하였음
- 미토콘드리아 칼슘 운반체의 발현을 억제한 경우 adriamycin 또는 errastin에 의한 ferroptosis가 억제되었으며, 세포의 손상과 섬유화도 방지되었음
- 특히 미토콘드리아 칼슘 운반체 유전체 손실(knockout) 동물모델에서 focal segmental glomerulosclerosis의 가장 좋은 동물모델로 알려진 adriamycin-induced nephropathy를 유발할 경우 대조군에 비해 현저히 병태생리가 방지됨을 확인하였음



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 사구체 경화증 병태생리에서 섬유화 기전 및 치료전략 개발 연구로 교육연구단의 비전에 잘 부합하며, 대학원생이 제1저자이고 지도교수가 책임저자로 관여하였음

해당 전공분야의 기여성

- 본 연구내용은 섬유화 관련 병태생리 기전에서 ferroptosis의 중요성을 새롭게 제시하였으며, 특히 미토콘드리아 칼슘의 역할을 규명하여 향후 치료제 개발에서 미토콘드리아 칼슘유입 조절이 중요한 치료타깃임을 증명하였음

6. 신진연구인력 현황 및 실적

6.1. 신진연구인력 확보 현황

가. 신진연구인력 채용 현황

신진연구인력	근로계약기간	소속	비고
	2024. 6. ~2025. 2.	연세대학교 미래의료산학협력단	글로벌의생명학과 신진연구인력
	2024. 6. ~2025. 2.	연세대학교 미래의료산학협력단	글로벌의생명학과 신진연구인력
	2024. 6. ~2025. 2.	연세대학교 미래의료산학협력단	글로벌의생명학과 신진연구인력

나. 신진연구인력 저명학술지 논문의 우수성

연번	1	실적구분	논문	참여연구인력	
게재연월		2024. 6.		제1저자	
실적 제목	Regulator of Lipid Metabolism NHR-49 Medicates Pathogen Avoidance through Precise Control of Neuronal Activity				
게재지(저널명)		Cells	권(호) 페이지	13(11),978	
요약문					
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">본 연구 결과는 해당 분야 우수학술지인 Cells(IF 5.1)에 게재되었음					
창의성/혁신성 <ul style="list-style-type: none">예쁜꼬마선충에서 포유류의 퍼옥시좀 증식인자 활성화 수용체, PPAR와 기능적 상동체로 알려진 핵수용체 NHR-49가 지방대사 조절인자로서의 새로운 역할과 기전을 규명한 논문으로서, 신경에 있는 NHR-49 만으로도 수명을 연장하고 번식을 회복함을 증명하였음.특히 세로토닌 신경에서의 NHR-49가 산란행동을, 콜린성 신경과 글루타메이트성 신경에 있는 NHR-49은 위험인자 피하기 행동에 관여함을 확인하였고, NHR-49이 칼슘신호와 신경활성 조절에 관여하는 기전을 규명하였음					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">대사 및 노화관련 질환의 병태생리 규명과 치료전략 개발을 중요한 연구목표로 본 연구는 예쁜 꼬마선충 모델에서 지방대사 조절인자를 규명하고 이 인자의 발현조절을 통해 수명 변화를 관찰한 연구로 본 연구단 비전 및 목표에 부합함					
해당 전공분야의 기여성					

- 신경계에서 지방대사가 신경생리적으로 개체의 행동조절에 중요한 역할을 하는 것을 밝혔으며, 이를 바탕으로 특정 신경생리학적 변화가 몸 전체형질들의 변화를 가져오는 원리를 연구할 수 있는 기초를 마련하였음



Article

Regulator of Lipid Metabolism NHR-49 Mediates Pathogen Avoidance through Precise Control of Neuronal Activity

Saebom Kwon ^{1,2,3}, Kyu-Sang Park ^{1,2,3,*} and Kyoung-hye Yoon ^{2,*}

¹ Department of Physiology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea; saebom0504@naver.com

² Mitohormesis Research Center, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea

³ Department of Global Medical Science, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea

* Correspondence: qsang@yonsei.ac.kr (K.-S.P.); kyounghyeyoon@yonsei.ac.kr (K.-h.Y.)

Abstract: Precise control of neuronal activity is crucial for the proper functioning of neurons. How lipid homeostasis contributes to neuronal activity and how much of it is regulated by cells autonomously is unclear. In this study, we discovered that absence of the lipid regulator *nhr-49*, a functional ortholog of the peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR) in *Caenorhabditis elegans*, resulted in defective pathogen avoidance behavior against *Pseudomonas aeruginosa* (PA14). Functional NHR-49 was required in the neurons, and more specifically, in a set of oxygen-sensing body cavity neurons, URX, AQR, and PQR. We found that lowering the neuronal activity of the body cavity neurons improved avoidance in *nhr-49* mutants. Calcium imaging in URX neurons showed that *nhr-49* mutants displayed longer-lasting calcium transients in response to an O₂ upshift, suggesting that excess neuronal activity leads to avoidance defects. Cell-specific rescue of NHR-49 in the body cavity neurons was sufficient to improve pathogen avoidance, as well as URX neuron calcium kinetics. Supplementation with oleic acid also improved avoidance behavior and URX calcium kinetics, suggesting that the defective calcium response in the neuron is due to lipid dysfunction. These findings highlight the role of cell-autonomous lipid regulation in neuronal physiology and immune behavior.



Citation: Kwon, S.; Park, K.-S.; Yoon, K.-h. Regulator of Lipid Metabolism

Keywords: *Caenorhabditis elegans*; lipid metabolism; neuron; immune behavior; PPAR; *Pseudomonas aeruginosa*

연번	2	실적구분	논문	참여연구인력
게재연월		2024. 6.		제1저자
실적 제목	Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression			
게재지(저널명)		Cell Death&Disease	권(호) 페이지	464(2024)
요약문				
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구결과는 해당분야인 높은 인지도를 가지고 있는 저명 학술지 Cell Death and Disease (CDD, IF 8.1, JCR Q1)에 게재하였음. 특히 암연구와 관련된 혁신적 연구를 다루는 학술지로 연구 성과를 국제적으로 인정을 받음• 미토콘드리아 유래 단백질 Humanin이 교모세포종(GBM)의 진행에 기여하는 기전을 분자수준에서 규명하여 미토콘드리아 유래 단백질의 암생물학 분야에 중요한 기여를 함				
창의성/혁신성 <ul style="list-style-type: none">• Humanin이 Integrin αV-TGFβ 축을 활성화하여 교모세포종의 세포부착 및 이동을 촉진하는 새로운 기전을 발견하였으며, 이는 Humanin이 암진행에 미치는 영향을 처음으로 규명한 연구• Humanin이 암세포의 부착 및 이동을 유도하여 암의 침습성과 진행성을 높이는 데 중요한 역할을 한다는 점에서 혁신적인 치료표적으로서의 가능성을 제시함• 종양 미세환경 내 세포골격 변형과 신호전달의 새로운 기전을 규명함으로써 새로운 암치료 접근법을 위한 학문적 근거를 마련함				
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 질병의 분자 기전을 규명하고, 특히 중개 및 역중개 연구의 중요성을 강조하는 교육연구단의 비전과 일치함• 교모세포종과 같은 난치성 뇌질환의 병리기전을 규명함으로써 신경생물학 및 종양생물학 연구의 새로운 지견을 제공하고, 중개연구 및 암 치료에 대한 새로운 접근법을 제시하였음• 신진 연구자들이 암연구에 필요한 분자생물학적 기법과 임상적 지견을 함께 습득할 수 있도록하여 교육-연구가 연계된 중개연구를 융합형 인재양성에 기여함				
해당 전공분야의 기여성 <ul style="list-style-type: none">• 암 생물학에서 Humanin의 기능적 역할에 대한 새로운 통찰을 제공하여, 미토콘드리아 유래 단백질에 의한 암제어 기술개발에 새로운 지견을 제공하였음• 교모세포종과 같은 악성 뇌종양의 진행을 조절할 수 있는 잠재적 조절 표적으로서 Humanin을 제안하여, 차세대 암 치료법 개발의 중요한 학문적 근거를 마련• 암 세포의 이동성과 침습성을 조절하는 새로운 분자기전 제시를 통해 암 전이 및 병태생리에 대한 새로운 지견과 종양생물학 및 신경학 분야의 응용의학 확대에 기여함				

ARTICLE OPEN



Humanin activates integrin α V–TGF β axis and leads to glioblastoma progression

Cuong P. Ha^{1,2,3,9}, Tuyen N. M. Hua^{1,2,3,8,9}, Vu. T. A. Vo^{1,2,3}, Jiyeon Om¹, Sangwon Han⁴, Seung-Kuy Cha^{2,3,5,6,7}, Kyu-Sang Park^{2,3,5,6,7} and Yangsik Jeong^{1,2,3,6,7}

© The Author(s) 2024

The role of mitochondria peptides in the spreading of glioblastoma remains poorly understood. In this study, we investigated the mechanism underlying intracranial glioblastoma progression. Our findings demonstrate that the mitochondria-derived peptide, humanin, plays a significant role in enhancing glioblastoma progression through the intratumoral activation of the integrin alpha V (ITGAV)–TGF beta (TGF β) signaling axis. In glioblastoma tissues, humanin showed a significant upregulation in the tumor area compared to the corresponding normal region. Utilizing multiple in vitro pharmacological and genetic approaches, we observed that humanin activates the ITGAV pathway, leading to cellular attachment and filopodia formation. This process aids the subsequent migration and invasion of attached glioblastoma cells through intracellular TGF β R signaling activation. In addition, our in vivo orthotopic glioblastoma model provides further support for the pro-tumoral function of humanin. We observed a correlation between poor survival and aggressive invasiveness in the humanin-treated group, with noticeable tumor protrusions and induced angiogenesis compared to the control. Intriguingly, the in vivo effect of humanin on glioblastoma was significantly reduced by the treatment of TGF β R1 inhibitor. To strengthen these findings, public database analysis revealed a significant association between genes in the ITGAV–TGF β R axis and poor prognosis in glioblastoma patients. These results collectively highlight humanin as a pro-tumoral factor, making it a promising biological target for treating glioblastoma.

Cell Death and Disease (2024)15:464; <https://doi.org/10.1038/s41419-024-06790-8>

연번	3	실적구분	논문	참여연구인력	
게재연월		2024. 6.		제1저자	
실적 제목	Particulate Matter-Induced Neurotoxicity: Unveiling the Role of NOX4-Mediated ROS Production and Mitochondrial Dysfunction in Neuronal Apoptosis				
게재지(저널명)	International Journal of Molecular Sciences		권(호) 페이지	25(11):6116	
요약문					
객관적 우수성					
<ul style="list-style-type: none">• 본 연구결과는 해당분야 우수학술지인 International Journal of Molecular Sciences (JCR IF 4.9, Q1)에 게재되었음• 대기오염에 따른 신경독성 연구는 공중보건과 직결되는 상화에서, 본 연구는 NOX4 활성화와 미토콘드리아 기능장애가 미세먼지에 의한 신경독성에 미치는 영향을 분자수준에서 규명하여 신뢰성 있는 결과를 제시함					
창의성/혁신성					
<ul style="list-style-type: none">• NOX4 활성화와 미토콘드리아 기능장애를 PM 유도 신경독성과 직접적으로 연관 지은 새로운 연구 결과를 제시• PM2.5와 PM10의 크기별 독성차이를 확인함으로써 미세먼지 종류에 따른 세포독성에 대한 새로운 관점을 제공• NOX4를 표적으로 하는 혁신적인 치료접근법을 제안하여 신경독성을 완화할 가능성을 열고, 새로운 치료법 연구의 가능성을 제시하고 있음					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성					
<ul style="list-style-type: none">• 질병의 분자기전을 규명하여 중개-역중개 의과학연구를 촉진하고자 하는 연구단의 목표와 부합함• 환경보건 및 신경생물학 연구에 새로운 지견을 제공하며, 연구단이 중점적으로 추진하는 중개연구 및 공중보건 향상에 기여하여 대기오염에 따른 건강 및 사회문제 해결에 기여함• 신진 연구자들이 첨단 분자기법과 독성학 연구를 수행할 수 있도록 하는 교육적 영역 확대					
해당 전공분야의 기여성					
<ul style="list-style-type: none">• NOX4를 신경손상 완화를 위한 표적으로 확인하여 PM 신경독성 기전에 대한 중요한 통찰을 제공• 환경오염 물질이 신경퇴행성 질환에 미치는 병리적 역할에 대한 이해를 진전시킴• 미세먼지에 의한 산화스트레스 중재를 환경 신경독성에 대한 치료적 응용 가능성 제시함					



Article

Particulate Matter-Induced Neurotoxicity: Unveiling the Role of NOX4-Mediated ROS Production and Mitochondrial Dysfunction in Neuronal Apoptosis

Ji-Hee Kim ¹, Kyu-Hee Hwang ^{2,3,4,*}, Seong-Heon Kim ⁵, Hi-Ju Kim ⁶, Jung-Min Kim ⁷, Mi-Young Lee ^{7,8},
Seung-Kuy Cha ^{2,3,4,*} and Jinhee Lee ^{6,*}

¹ Department of Occupational Therapy, Soonchunhyang University, Asan-si 31538, Republic of Korea; jhk1111@sch.ac.kr

² Department of Physiology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea; kyuhee@yonsei.ac.kr

³ Department of Global Medical Science, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea

⁴ Mitohormesis Research Center, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea

⁵ Department of Environmental and Energy Engineering, Yonsei University, Wonju 26493, Republic of Korea; seongheo@yonsei.ac.kr

⁶ Department of Psychiatry, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, Republic of Korea; sallypopo@hanmail.net

⁷ Department of Medical Science, Soonchunhyang University, Asan-si 31538, Republic of Korea; jm52402@naver.com (J.-M.K.); miyoung@sch.ac.kr (M.-Y.L.)

⁸ Department of Medical Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan-si 31538, Republic of Korea

* Correspondence: skcha@yonsei.ac.kr (S.-K.C.); jinh.lee95@yonsei.ac.kr (J.L.); Tel.: +82-33-741-0295 (S.-K.C.); +82-33-741-1260 (J.L.)

† These authors contributed equally to this work.



Citation: Kim, J.-H.; Hwang, K.-H.;

Abstract: Urban air pollution, a significant environmental hazard, is linked to adverse health outcomes and increased mortality across various diseases. This study investigates the neurotoxic effects of particulate matter (PM), specifically PM_{2.5} and PM₁₀, by examining their role in inducing oxida-

연번	4	실적구분	논문	참여연구인력
게재연월		2024. 8.		제1저자
실적 제목	Clinical and pathological significance of Orai1 channel expression in human diabetic nephropathy			
게재지(저널명)		Kidney Research and Clinical Practice	권(호) 페이지	43(5):626-634
요약문				
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 신장학 분야에서 영향력 있는 학술지인 Kidney Research & Clinical Practice (IF 2.9, Q1)에 게재• 당뇨병성 신증(diabetic nephropathy, DN) 연구는 만성신장질환(CKD) 및 말기 신장질환(ESKD)에 대한 이해를 높이는 데 중요한 주제로, 본 논문은 DN의 병리와 관련된 Orai1의 발현 및 역할을 환자 조직을 통해 규명한 신뢰성 있는 연구 결과를 제공				
창의성/혁신성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 Orai1 채널의 활성화가 DN의 병리적 진행에 미치는 영향을 새롭게 규명하였으며, 특히 세뇨관 섬유화와 관련된 Orai1의 역할을 구체적으로 제시하였음• DN 환자에서 관찰된 Orai1 과발현이 DN의 병리적 분류와 상관관계를 가지며, CKD 진행을 예측할 수 있는 생체 지표로서의 가능성을 제안하여 새로운 치료표적으로서 가능성을 제시• Orai1 발현이 DN 환자의 혈청 크레아티닌, 사구체여과율(eGFR)과 유의미한 상관관계를 가지는 점에서 기존 연구와 차별화되는 병리적 기전을 제시하였음				
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 질병 태생리 연구를 통해 중개연구를 촉진하고 혁신적 연구를 추구하는 교육연구단의 목표와 부합함• DN과 같은 만성질환의 분자 기전을 규명함으로써 환경 및 대사성 질환의 사회적 부담을 줄이는 데 기여하고, 공중보건 문제 해결에 실질적인 기여를 할수 있는 학문적 기반을 제공함.• 신진 연구자들이 최신 분자진단 기법과 임상의 신장질환 병리연구를 수행할 수 있도록 하여 중개연구의 교육적 기회를 제공하였음				
해당 전공분야의 기여성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 Orai1을 DN의 병리적 진행을 예측하는 잠재적 바이오마커로 제시하여 신장질환의 진단 및 예후 평가에 새로운 기준 마련의 근거를 제공함• CKD 및 ESKD와 같은 만성신장질환의 새로운 병리적 기전을 규명함으로써 신장질환 연구 발전에 기여함• Orai1 채널을 목표로 하는 중재전략을 통해 DN과 관련된 단백뇨 및 신장섬유화와 같은 병리적 현상을 완화할 가능성을 제시하여, 신장질환 치료의 혁신적 접근을 위한 학문적 기반을 제공함				

Original Article

Kidney Res Clin Pract 2024;43(5):626-634
pISSN: 2211-9132 • eISSN: 2211-9140
<https://doi.org/10.23876/j.krcp.23.342>



Clinical and pathological significance of Orai1 channel expression in human diabetic nephropathy

Yoojin Kwak¹, Jun Young Lee^{2,3,4,5}, Jae Seok Kim^{2,6}, Jae Won Yang^{2,6}, Kyu-Hee Hwang^{6,7,8}, Seung-Kuy Cha^{6,7,8,9,*}, Minseob Eom^{1,6,*}

¹Department of Pathology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

²Division of Nephrology, Department of Internal Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

³Transplantation Center, Wonju Severance Christian Hospital, Wonju, Republic of Korea

⁴Center of Evidence-Based Medicine, Institute of Convergence Science, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea

⁵National Health Big Data Clinical Research Institute, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

⁶Department of Convergence Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

⁷Department of Physiology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

⁸Department of Global Medical Science, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

⁹Mitohormesis Research Center, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

Background: Targeted therapies for diabetic nephropathy (DN) are lacking, partly due to their irreversible nature. The role of Orai1, a store-operated Ca^{2+} channel, in DN remains debated, with conflicting evidence on its effect on proteinuria in animal models. We aimed to elucidate the functional relevance of Orai1 expression for clinicopathological parameters in patients with DN.

Methods: In this study, we included 93 patients diagnosed with DN between 2009 and 2019. Immunohistochemical staining for Orai1 was performed on paraffin-embedded kidney sections. The significance of Orai1 expression in human DN was assessed by examining its correlation with DN's pathological and clinical parameters using Pearson's correlation coefficient and univariate logistic regression.

Results: Orai1 was significantly overexpressed in DN patients compared to control. A strong correlation was observed between increased Orai1 expression and higher Renal Pathology Society DN classification, enhanced interstitial fibrosis and tubular atrophy scores. Positive correlations with serum creatinine levels and prognosis of chronic kidney disease (CKD) by glomerular filtration rate (GFR) and albuminuria category were noted but the estimated GFR was inversely related to Orai1 expression. Orai1's association with advanced CKD stages persisted even after adjusting for confounding variables in multivariate logistic regression analysis.

Conclusion: Orai1 expression is closely associated with histological and clinical severities of DN, suggesting its potential as a predictive biomarker for disease progression and prognosis. These findings provide new perspectives on therapeutic interventions targeting Orai1 in DN.

Keywords: Biomarkers, Chronic renal insufficiency, STIM1, Prognosis, Store-operated Ca^{2+} entry

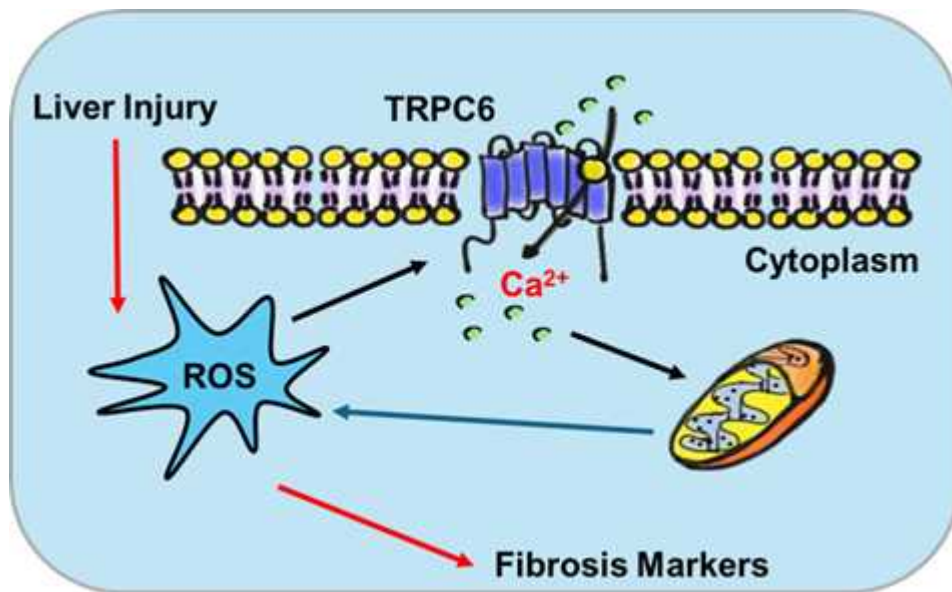
다. 신진연구인력 학술대회 대표실적의 우수성

연번	1	실적구분	학술대회	참여연구인력	
성과 일자		2024. 4. 5. ~ 6.		발표 형식	구두
실적 제목	Oxidative stress-mediated feedforward upregulation of TRPC6 initiates hepatic stellate cell activation and fibrosis				
학술대회명	SoLA2024 한국지질·동맥경화학회 춘계학술대회 (부산, 대한민국)				

요약문

창의성/혁신성

- 본 연구는 산화 스트레스에 의한 TRPC6 채널의 간성상세포의 활성화 조절을 규명하며, 이를 통해 간섬유화 질환의 새로운 기전을 제시하였음
- TRPC6 조절에 의한 간 섬유화 요인의 발현 증가, 활성산소 증가 및 되먹임 기전을 유도하여 간의 손상을 유발하는 과정을 규명하는 창의적인 연구임
- TRPC6의 과발현이 간성상세포의 활성화 미치는 영향을 밝히고, 이로 인해 간 손상이 초래되어 간 섬유화를 일으키는 연구결과는 간섬유화 병태생리에 대한 새로운 관점을 제시함
- TRPC6를 표적으로 하는 새로운 간섬유화 치료 전략으로서의 가능성을 제시함



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- BK21 교육연구단의 연구 및 국제적 네트워킹 목표에 맞추어 SoLA 2024 학회에서 구연 발표, 다양한 연구자들과 활발한 토론과 연구 협력 기회를 마련함
- 국제 학술대회에서 발표하여, 연구의 완성도를 높이고 피드백을 통해 연구 방향을 개선할 수 있는 기회를 제공받음

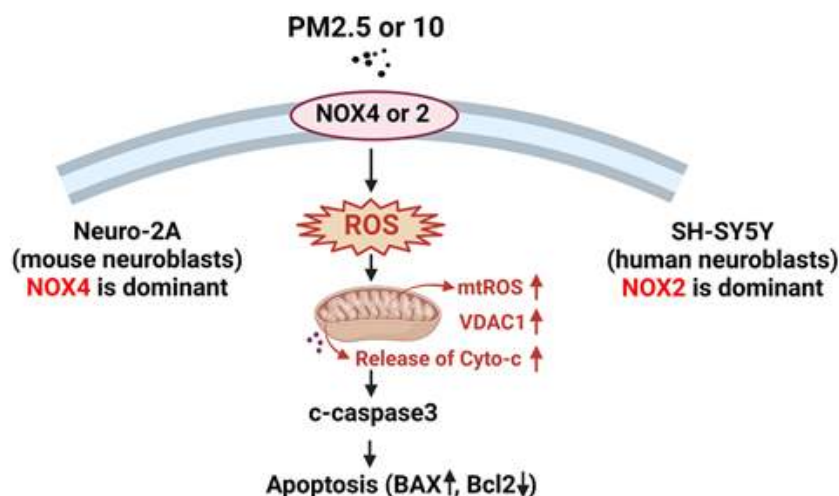
해당 전공분야의 기여성

- 본 연구성과는 TRPC6 채널의 활성화가 간섬유화에 미치는 영향을 통해 TRPC6 경로를 표적으로 하는 간질환의 치료 전략으로서의 가능성을 제시 및 간질환 연구 발전에 기여할 수 있음

연번	2	실적구분	학술대회	참여연구인력	
성과 일자		2024. 6. 27. ~ 28.		발표 형식	포스터
실적 제목	Neurotoxic impact of particulate matter: The crucial role of NOX4-generated ROS and mitochondrial dysfunction in neuronal apoptosis				
학술대회명	2024년 제31회 기초의학 학술대회 (서울, 대한민국)				
요약문					

창의성/혁신성

- 본 학술대회 발표성과는 미세먼지에 의해 생성된 산화스트레스가 신경세포의 미토콘드리아 기능에 미치는 영향을 규명함. 미세먼지에 의한 세포내 및 미토콘드리아 활성산소 증가를 초래하여 신경세포의 이상을 유발하는 과정을 규명하는 창의적인 연구임
- 미세먼지에 의한 NOX4 매개 활성산소 생성 경로가 활성화되며 이로 인해 신경사멸 및 세포 사멸이 유도되는 연구 결과는 신경-병태생리에 대한 연구 관점을 제공함
- NOX4 억제제를 이용하여 신경세포 사멸에 대한 새로운 치료 전략을 제시함



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구성과는 BK21 교육연구단의 선도적 연구역량 강화를 달성하는 데 부합함. NOX4를 통한 미토콘드리아 활성산소 조절 기전 규명은 미세먼지로 인한 신경질환 연구의 새로운 비전을 제시하여, BK21 교육연구단의 선도적 연구역량 강화를 달성하는 데 부합함
- 2024 제 31회 기초의학학술대회에서 발표된 본 연구는 연세대학교 원주의대 정신의학과 이진희 교수 연구팀 및 순천향대학교 김지희 교수 연구팀과의 협력연구로, BK21의 다학제간 협업 프로젝트 목표에 기여하며, 다양한 연구자들과 연구에 대한 지식과 지견을 공유하는 기회를 제공함

해당 전공분야의 기여성

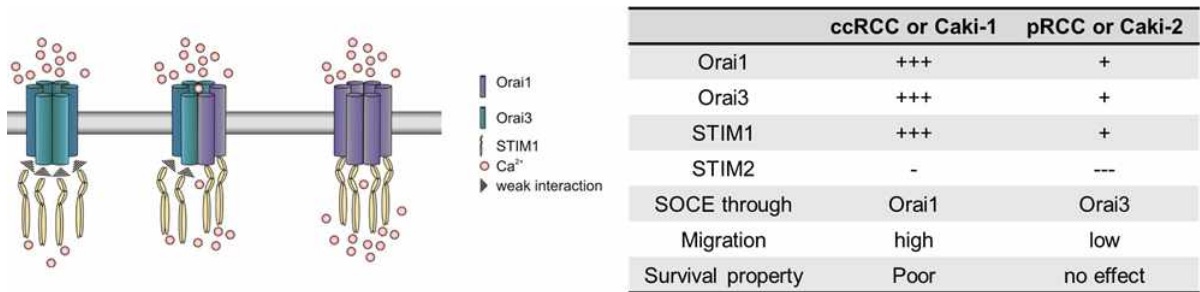
- 본 연구성과는 미세먼지에 의한 NOX4/2의 활성을 통한 활성산소 생성이 미토콘드리아 기능에 미치는 영향을 신경세포에서 구체적으로 규명하였음. 이는 미세먼지에 의한 세포내 활성산소 조절이 미토콘드리아를 통한 세포사멸 조절에 대한 새로운 지견을 제공하며, 미세먼지에 의한 신경세포 기능장애가 미치는 영향을 더욱 명확히 하는 중요한 학술적 기여로 평가됨

연번	3	실적구분	학술대회	참여연구인력	
성과 일자		2024. 6. 27. ~ 28.		발표 형식	포스터
실적 제목	Transcriptome profiling reveals subtype-specific SOCE-related gene expression in renal cell carcinoma				
학술대회명	2024년 제31회 기초의학 학술대회 (서울, 대한민국)				

요약문

창의성/혁신성

- 본 학술대회 발표 성과는 투명세포 신장암세포(ccRCC)와 유두상 신장 세포 암종(pRCC)에 존재하는 SOCE의 발현이 신장암 전이에 미치는 영향을 규명하여 칼슘 조절이 신장 질환의 핵심요인임을 제시하는 연구임.
- 투명세포 신장암세포와 유두상 신장 세포암종의 SOCE의 요소인 ORAI채널과 STIM1 또는 2의 발현 조합의 변화가 신장암세포의 전이를 조절하는 과정을 규명하여, 칼슘 채널 중심의 새로운 암대사 조절 기전을 제시한 혁신적이고 창의적인 연구임
- 본 연구는 칼슘채널을 표적으로 하는 새로운 치료 전략의 가능성을 열어, 신장암질환 치료 연구에 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대함



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- BK21의 다학제간 협업 프로젝트 목표에 맞춰 2024 제 31회 기초의학학술대회에서 포스터를 발표, 다양한 연구자들과 활발한 토론과 협력 기회를 마련함

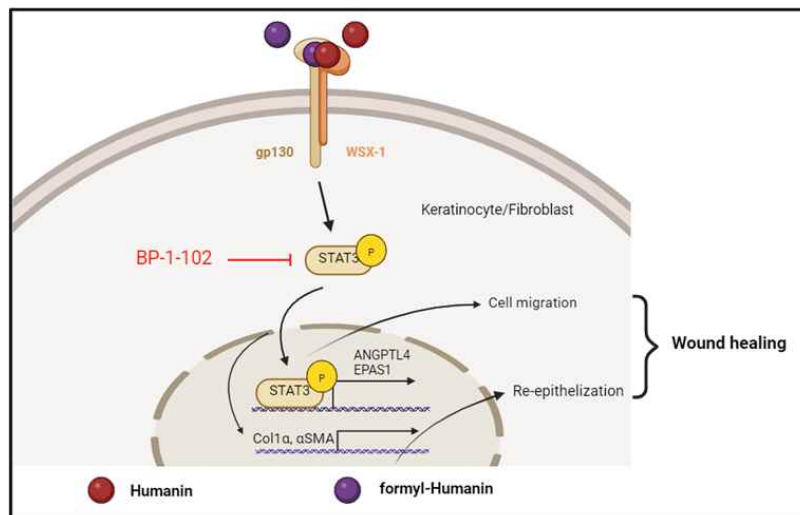
해당 전공분야의 기여성

- 본 연구성과는 세포막 칼슘유입 채널인 ORAI와 STIM의 발현이 신장암세포 전이에 미치는 영향을 구체적으로 규명하여, 신장암 조절의 새로운 기전을 제시함. 이는 신장질환에서 핵심적인 세포내 칼슘유입 통로의 조합이 신장암 전이 조절에 대한 새로운 지견을 제공하는 중요한 학술적 기여로 평가됨
- ORAI 경로를 표적으로 하는 투명세포 신장암세포(ccRCC)와 유두상 신장 세포 암종(pRCC)에 치료 전략의 가능성을 열어, 향후 신장질환 연구에서 중요한 치료표적으로 활용될 수 있는 학문적 기반을 제공하였음. 이 연구성과는 신장질환 분야에서 의미 있는 혁신으로 작용할 것으로 기대함

연번	4	실적구분	학술대회	참여연구인력	
성과 일자		2024. 8. 28. ~ 30.		발표 형식	구두
실적 제목	Mitochondria-derived peptides humanin and formylated humanin promote STAT3-dependent skin repair				
학술대회명	제18회 대한미토콘드리아연구의학회 연례학술대회 (제주, 대한민국)				
요약문					

창의성/혁신성

- 본 학술대회 발표 성과는 미토콘드리아 유래 단백질 휴매닌(humanin)과 포밀 휴매닌(formyl humanin)이 피부 창상 치유 기전을 규명하여, 미토콘드리아 유래 단백질이 창상 치유를 유도 할 수 있는 핵심 요인임을 규명함. 휴매닌 처치로 인해 피부 상처 크기 감소, 섬유질 증가, 새로운 혈관 생성 증가등의 변화를 확인함으로써 피부창상치유 기전에 미토콘드리아 유래 단백질의 중요성을 제시한 혁신적 연구임
- 특히 미토콘드리아내 효소를 통해 생성되는 포밀 휴매닌이 피부창상 치유 기전에 미치는 영향을 규명하여, 미토콘드리아 중심의 상처치유 기전을 제시한 창의적인 연구임
- 본 연구는 미토콘드리아 유래 단백을 피부창상 치유의 새로운 치료 전략으로서 가능성을 알리며, 피부재생 연구에 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대함



교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구성과는 미토콘드리아 유래 단백을 기반으로 한 피부재생의 새로운 병태생리 기전을 제시하여, BK21 교육연구단의 선도적 연구역량 강화 목표를 달성하는 데 부합함
- KSMRM 2024 국제 학술대회에서 발표된 본 연구는 BK21의 국제적 연구 네트워킹 목표에 기여하며, 다양한 연구자들과 미토콘드리아 연구에 대한 지식과 통찰을 공유하는 소중한 기회를 제공함

해당 전공분야의 기여성

- 본 연구성과는 미토콘드리아 유래 단백질이 피부 창상치유에 미치는 영향을 구체적으로 규명하여, 피부재생 조절의 새로운 기전을 제시함. 이는 미토콘드리아 유래 단백질 매개 피부재생에 대한 새로운 지견을 제공하는 중요한 학술적 기여로 평가됨
- Young Investigator Session에서 구연 발표로 채택되어, 연구의 우수성을 인정받으며 발표자로서의 역량을 높임

라. 신진연구인력 국제공동연구 대표실적의 우수성

연번	1	실적구분	국제공동연구	참여인력	
연구제목	미토콘드리아 칼슘 과다로 인한 근육퇴행위축의 조절 기전의 이해				
요약문					
1. 연구개발 목표 예쁜꼬마선충 근육에서의 미토콘드리아 칼슘 조절의 상위기전을 밝힘으로서 소기관의 칼슘 조절 기전과 근육퇴행위축 치료를 위한 타겟 규명					
2. 연구개발 내용 및 방법					
가. 연구일정 2025년 1월 7일 ~ 14일					
나. 연구 세부내용 RNAi와 변이종을 이용하여 근육세포 mito-GCaMP 시그널이 낮게 유지되는 상위 유전자 규명					
나. 연구방법 Higashitani 교수 연구실에서 제작한 근육세포 mito-GCaMP 형질전환 선충종을 이용하여 RNAi library 스크리닝을 통해 상위 신호 규명					
3. 공동연구 수행자 간 연구범위 및 역할분담 내용					
가. Higashitani 교수: 근육세포 mito-GCaMP 형질전환 선충종을 여러 candidate gene 변이종과 교배, RNAi 스크린 함께 진행					
나. 연세대 의과대학: 근육세포 mito-GCaMP 형질전환 선충종을 muscle-specific RNAi 선충스트레인과 교배, 신속한 이미징 프로토콜 정립, RNAi 스크린 함께 진행					
4. 연구성과 배분계획 함께 진행한 연구이므로 연구 결과와 성과 모두 공유					
5. 활용계획 및 기대효과 공동저자의 논문 총 2편 발표 (2025년, 2027년 한 편씩)					

7. 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	1	실적구분	교과목개발, 저서 등	세부전공분야	글로벌의생명학과
실적 제목	Research Guidance for Biomedical Science				
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
학생 중심의 학습 환경 조성 <ul style="list-style-type: none">• 이 교과목은 학생들이 자신의 연구를 발표하고 토론하는 과정을 통해 비판적 사고능력을 기를 수 있도록 구성. 다양한 피드백을 제공하여 연구역량 강화하고 과학적 발표 능력 향상					
다학제적 멘토링 제공 <ul style="list-style-type: none">• 다양한 생의학 분야의 통찰을 제공하고, 학생들이 연구 문제를 다양한 관점에서 접근할 수 있도록 유도하여 폭넓은 학문적 지식과 통합적인 연구 능력함양					
실질적인 연구 훈련 <ul style="list-style-type: none">• 연구계획서 작성 및 연구 진행 상황 보고서를 작성하고 발표함으로써, 실제 연구 현장에서 요구되는 실질적인 기술과 능력을 습득하는 훈련제공					
현실적인 역량 개발 <ul style="list-style-type: none">• 학생들은 학술 논문 작성법과 연구비 제안서 작성법을 배우고, 중간 및 기말 평가를 통해 연구 진척도와 연구 목표를 재점검하여 지속적인 성장 지원					
포괄적인 평가 방식 <ul style="list-style-type: none">• 중간평가, 기말평가, 출석, 발표 등을 종합적으로 평가하여 학생들의 연구 진행 및 학업 성취도를 다각도로 평가. 이를 통해 학생들은 연구뿐만 아니라 학업에서도 높은 몰입을 유지할 수 있도록 유도					
글로벌 역량 강화 <ul style="list-style-type: none">• 전 과정이 영어로 진행되어 국제적인 연구역량 강화					

연번	2	실적구분	교과목개발, 저서 등	세부전공분야	글로벌의생명학과
실적 제목	Ion Channel & Diseases				
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
<p>전해질과 미네랄 대사 이해를 통한 융합형 혁신 인재 양성</p> <ul style="list-style-type: none">본 교과목은 전해질 불균형과 미네랄 대사 이상에 의해 발생하는 다양한 질환의 기전을 심도 있게 학습하며, 이를 통해 학생들이 의과학적 문제를 해결할 수 있는 융합적 사고를 기를 수 있도록 도움. 나트륨, 칼륨, 칼슘 등 주요 전해질 및 미네랄의 항상성 조절 메커니즘을 통해 글로벌 바이오 산업을 선도할 수 있는 창의적 인재 양성에 기여					
<p>전해질 이상 관련 연구를 통한 선도적 연구 역량 강화</p> <ul style="list-style-type: none">전해질 이상과 미네랄 대사 이상 질환(고혈압, 신장 질환, 당뇨병, 암 등)의 병태생리를 학습하고, 최신 연구 동향을 분석, 실질적인 연구 역량 함양. 이 과정에서 이론과 실제 연구 사례를 통합하여 선도적 연구를 수행할 수 있는 능력을 배양					
<p>전해질 이상 및 미네랄 대사 질환 연구를 통한 지역 및 사회 문제 해결 기여</p> <ul style="list-style-type: none">이 교과목은 전해질 및 미네랄 불균형이 야기하는 만성 질환(고혈압, 신장 질환 등)의 병태생리를 이해하고, 이를 해결할 수 있는 연구 방향을 제시함으로써 지역 및 사회적 문제 해결에 기여할 수 있는 실질적인 연구를 수행할 수 있는 역량을 갖추게 함					
<p>국제적 소통 능력과 연구 역량을 강화</p> <ul style="list-style-type: none">영어로 진행되는 수업을 통해 학생들의 국제적 연구 소통 능력을 강화하며, 이를 바탕으로 글로벌 연구 협력 및 학술 교류에 기여할 수 있는 글로벌 인재로 성장할 수 있도록 지원					
<p>전해질 및 미네랄 대사 연구 중심의 학생 맞춤형 교육 제공</p> <ul style="list-style-type: none">전해질 및 미네랄 대사와 관련된 질환을 깊이 있게 학습하며, 발표와 과제를 통해 지속적인 피드백을 받아 연구 목표를 설정하고 이를 달성하도록 유도. 이를 통해 학생들이 독립적이고 창의적인 연구를 수행할 수 있는 역량 강화					

연번	3	실적구분	교과목개발, 저서 등	세부전공분야	글로벌의생명학과
실적 제목	Cellular & Molecular Physiology				
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
<p>융합형 혁신 인재 양성: 세포 및 분자 생리학을 통한 문제 해결 능력 배양</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 교과목은 세포 및 분자 생리학의 기초와 심화된 내용을 균형 있게 다루며, 학생들이 다양한 의학적 문제를 해결할 수 있는 통합적 사고를 기를 수 있도록 구성. 세포기능, 신호전달, 분자기전 등을 심도있게 다루어, 창의적이고 융합적인 인재 양성에 기여					
<p>선도적 연구 역량 강화: 생리학 기초 원리와 실제 연구의 통합</p> <ul style="list-style-type: none">• 의생명과학의 기초가되는 생리학의 기본 원리 바탕으로 학생들이 실제 연구에 적용하고, 연구 문제 해결 능력을 배양할 수 있도록 구성					
<p>지역 및 사회 문제 해결 기여: 생리학적 기초를 통한 실질적 연구 기여</p> <ul style="list-style-type: none">• 교과목에서 습득한 지식을 바탕으로 생리학적 기초를 다진 후, 이를 지역사회의 건강문제와 연계된 연구에 적용할 수 있는 기반 제공. 현장중심의 연구와 교육을 통해, 지역 및 사회적 요구에 대응할 수 있는 인재를 배출하는 데 기여할 것으로 기대					
<p>국제 연구 환경에서 경쟁력 있는 인재로 성장</p> <ul style="list-style-type: none">• 전 과정이 영어로 진행되어 국제적인 연구 환경에서 필요한 소통 능력과 연구 역량을 강화하며, 글로벌 문제 해결에 기여할 수 있는 경쟁력 있는 인재로 성장하도록 도움					
<p>학생 중심의 맞춤형 교육: 학습과 연구 목표 설정을 통한 몰입도 강화</p> <ul style="list-style-type: none">• 강의와 평가 방식을 통해 학생 개개인의 연구 진행 상황을 지속적으로 점검하고 피드백을 제공. 학생들이 스스로 학습 및 연구 목표를 설정하고 이를 달성할 수 있도록 유도. 이를 통해 학생들의 학업과 연구 몰입도를 높이고, 창의적 연구를 위한 기반을 제공					

연번	4	실적구분	교과목개발, 저서 등	세부전공분야	글로벌의생명학과
실적 제목	Methodology for Mouse Metabolism Research				
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
<p>이론과 실제 실험 기법에 대한 이해를 바탕으로 연구 수행에 적용시킬 수 있는 능력 함양</p> <ul style="list-style-type: none">• 본 교과목은 마우스 모델을 이용한 대사 연구의 이론적 배경, 실험 원리, 실제 실험 과정, 실험 결과의 분석에 이르는 내용을 다루어 방법론으로서의 전임상 연구기법을 이해하여 중개-역중개 연구에 적용시킬 수 있는 능력을 기움 <p>대사 분야의 선도적 연구 역량 강화</p> <ul style="list-style-type: none">• 대사표현형 영역(혈당, 에너지, 체온, 체성분, 대사체 등)별로 최근 발표된 논문들에서 마우스 모델이 어떻게 사용되고 해석되는지, 실제로 실험을 시행할 때의 유의점들을 다루어 대사 연구 논문을 쉽게 읽고 쓸 수 있도록 함 <p>국제 연구 환경에서 경쟁력 있는 인재로 성장</p> <ul style="list-style-type: none">• 교과 전 과정을 영어로 진행하였으며, 최신 연구 동향 소개를 통해 국제적 연구환경에서 경쟁력을 가진 인재로 성장할 수 있도록 함 <p>학생 중심의 맞춤형 교육: 질문을 통한 학습</p> <ul style="list-style-type: none">• 매주 수업 내용에 대한 질문을 제출하도록 하였으며, 과학적 질문을 완성하기 위해 학생들이 자기 주도 학습을 하도록 유도함. 이를 통해 학생들의 관련 분야에 대한 관심을 높임					

8. 교육의 국제화 전략

8.1. 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

<p>가. 소속학과 개설 시부터 전 교육과정을 영어로 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> • 소속학과에 외국인 대학원생들이 많으므로, 모든 교과 수업과 세미나를 영어로 진행하고 있음 • 국제화된 교육 프로그램에 맞추어 외국어 능력을 강화하기 위한 정책들을 시행하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 모든 학생은 입학 시 외국어 성적 필수 제출 ▪ 전일제 대학원생 신청을 위해 영어 성적을 필수 기준으로 포함 ▪ 졸업 요건에 외국어 성적 인증을 포함 ▪ 학위 논문은 영문으로 작성하는 것을 의무화함 <p>나. 외국대학과의 복수학위제, 외국 연구소와 대학과의 인적 교류 현황과 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 현황 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 해외 대학과의 협약을 기반으로 협약대학 이수학점과 이수학기를 상호 인정함으로써 양교 졸업요건 충족을 통해 양교가 공동으로 수여하는 학위 또는 양교의 학위를 취득하는 제도를 운영 중 ▪ 공동/복수학위생에게 등록금과 생활비 지원(최대 2개 학기) ▪ 교류협약 대학

국가	기관명	협약내용	협약일
미국	Medical College of Wisconsin	학생, 학술교류	2019.08.xx.
	Virginia Tech	학생, 학술교류	2019.08.xx
	University of South Carolina	학생, 교원, 학술교류	2018.02.26.
일본	Tottori University Faculty of Medicine	학생, 교원, 학술교류	2014.10.14.
중국	연변의과대학	교원, 학술교류	1991.12.06.
	요성시 인민의원	학생, 교원, 학술교류	2002.10.17.
	연태시 연태산의원	학생, 교원, 학술교류	2002.10.17.
	Sandong Medical University	학생, 교원, 학술교류	2010.07.14.
	XuZhou Medical University	학생, 교원, 학술교류	2014.12.08.
베트남	Pham Ngoc Thach University of Medicine	학생, 교원, 학술교류	2012.09.06.
	Ho Chi Minh University of Medicine and Pharmacy	학생, 교원, 학술교류	2012.09.26.
	TanTao University	학생, 교원, 학술교류	2015.11.23.
	Hanoi University of Pharmacy	학생, 교원, 학술교류	2018.04.20.
태국	Faculty of Medicine, Khon Kaen University	학생, 교원, 학술교류	2014.04.24.
말레이시아	University of Kuala Lumpur	학생, 교원, 학술교류	2018.01.10.
벨라루스	Belarusian State Medical University	교원, 학술교류	2014.05.27.
인도네시아	Methodist Indonesia University	학생, 교원, 학술교류	2022.06.07.

• 계획

- 졸업생의 해외 진출 후 현지 학생에 대한 공동지도교수제도 운영
- 졸업생 진출 해외 기관에 현장 멘토링 프로그램 운영
- MOU 협약 학교에 대한 장단기 연수 교육 프로그램 신설과 복수학위 추진

다. 해외학자 활용 계획과 역할

- 외국인과 해외에 있는 한국인 학자를 대상으로 우수 인재를 선발하는 인바운드 정책 적극 수행
- 외국인 연구교수의 국제적 시각, 협력 네트워크, 최신지견을 본 교육연구단에 적용
- 해외 선진 연구실과의 네트워크: 학생 파견, 공동연구
- 신진연구인력 채용
- 교원 채용
- 해외 석학들의 초청 강의 진행

라. 우수 외국인 학생 유치 현황과 계획

- 사업 시작 후 외국인 학생 입학 현황

입학일	과정	성명	국적
2024-09-01	석박사통합		중국
2024-09-01	석박사통합		베트남
2024-09-01	석박사통합		베트남

• 우수 외국인 학생 유치 계획

- SCORE 프로그램 활성화를 통해 해외 의과대학생의 대학원 입학 유도
- 외국인 졸업생이 해외 전임 교원으로 임용되는 경우, 해당 기관의 우수 대학원생 인바운드 유도
- 해외 대학과의 MOU 체결을 통한 우수 대학원생 확보
- 해외 우수 대학 방문과 현장 인터뷰를 통한 리크루팅

8.2. 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

연수내용	연수자	길생
	연수목적	제네바 의과대학에 방문하여, 세포 생리학 및 대사학과의 Nicolas Demaurex 교수님의 지도 하에 연수를 받고자 함. 이 기간동안 Super Resolution STED 나노스코피 기술 벤치마킹을 통한 연구 역량 강화의 기회로 생각하며, 또한, 단기 해외 인턴십을 통해 산학협력 가능성을 모색하고자 함
	연수기간	2024년 12월 20일 ~ 2024년 12월 26일
	연수기관	제네바 의과대학
	활동계획	<p>1. 이미징 기술 연구 및 적용 STED 나노스코피를 이용한 실험에서는 미토콘드리아의 구조적 특성과 칼슘 동역학을 분석하는 데 중점을 두고, STED의 나노미터급 해상도를 활용해 세포 내의 미세한 변화와 신호 전달 경로를 시각적으로 확인하며, 특히 칼슘 농도의 미세 조정 및 미토콘드리아 내에서의 칼슘 이동을 추적할 계획임. 이를 통해 세포 대사 및 신호 전달에 중요한 역할을 하는 미토콘드리아 기능에 대한 심층적인 이해를 도모할 것으로 사료됨</p> <p>2. 기술 습득 및 연구 역량 강화 제네바 의과대학의 첨단 이미징 기술 환경에서 진행되는 연구를 통해, STED 나노스코피의 고유한 기능과 응용 방법을 습득하고, 다양한 형광단을 선택해 코로컬라이제이션 연구를 지원하는 방식으로 나노미터 수준의 세포 구조 연구를 정밀하게 수행할 예정임. 또한, 이 기술을 사용하여 높은 수준의 동적 과정을 실시간으로 추적함으로써, 기존 연구에서는 접근하기 어려웠던 세포 내 복잡한 상호작용과 동역학적 과정을 연구할 수 있는 기회를 얻을 것임</p> <p>3. 이미징 데이터 분석 STED 나노스코피로 획득한 이미징 데이터를 정밀하게 분석하고, 이를 토대로 미토콘드리아와 칼슘 신호의 상호작용에 대한 심층적인 연구를 수행할 계획임. 이번 연구는 세포 내 칼슘 농도 변화와 미토콘드리아 기능 간의 상관관계를 규명하는 데 기여할 것이며, 향후 질병 모델 연구에도 적용할 수 있는 유의미한 연구 성과를 도출할 수 있을 것으로 보임</p>
연수내용	기대성과	<p>• 국제 협력 및 공동 연구 기회 확대 이번 방문에서는 제네바 의과대학의 세포 생리학 및 대사학과의 Nicolas Demaurex 교수와의 협력을 통해, 새로운 연구 아이디어를 도출하고 국제 공동 연구 가능성을 타진할 것임. 특히, 이번 연구는 미토콘드리아와 세포 내 칼슘 신호와 관련된 여러 질병 연구에 적용될 수 있는 중요한 기초 데이터를 제공할 수 있으며, 향후 산학협력 및 공동 연구로 이어질 수 있는 기반을 마련할 것으로 기대됨</p> <p>• 실험 데이터의 정밀 분석 및 연구 성과 도출 이번 연구는 세포 내 칼슘 농도 변화와 미토콘드리아 기능 간의 상관관계를 규명하는 데 기여할 것이며, 향후 질병 모델 연구에도 적용할 수 있는 유의미한 연구 성과를 도출할 수 있을 것임</p>

Ⅲ

연구역량 영역

□ 연구역량 대표 우수성과

● 참여교수 논문실적

참여교수	실적제목	게재지
고진호	Lactate promotes fatty acid oxidation by the tricarboxylic acid cycle and mitochondrial respiration in muscles of obese mice	A M E R I C A N JOURNAL OF PHYSIOLOGY - CELL PHYSIOLOGY
정춘희	Efficacy and Safety of Metformin and Atorvastatin Combination Therapy vs. Monotherapy with Either Drug in Type 2 Diabetes Mellitus and Dyslipidemia Patients (ATOMIC): Double-Blinded Randomized Controlled Trial	DIAETES&METABOLISM JOURNAL
차승규	Particulate Matter-Induced Neurotoxicity: Unveiling the Role of NOX4-Mediated ROS Production and Mitochondrial Dysfunction in Neuronal Apoptosis	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES
차승규	Differential expression of ORAI channels and STIM proteins in renal cell carcinoma subtypes: implications for metastasis and therapeutic targeting	KOREAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY PHARMACOL
차승규,박규상, 정양식	Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression	CELL DEATH & DISEASE
박규상	Regulator of Lipid Metabolism NHR-49 Mediates Pathogen Avoidance through Precise Control of Neuronal Activity	CELLS
박규상	IL-10-induced modulation of macrophage polarization suppresses outer-blood-retinal barrier disruption in the streptozotocin-induced early diabetic retinopathy mouse model	FASEB JOURNAL
박규상	Changes in the expression of satellite glial cell-specific markers during postnatal development of rat sympathetic ganglia	BRAIN RESEARCH
차승규	Clinical and pathological significance of Orail channel expression in human diabetic nephropathy	KIDNEY RESEARCH AND CLINICAL PRACTICE
박규상,조미연	Upregulation of EMR1 (ADGRE1) by Tumor-Associated Macrophages Promotes Colon Cancer Progression by Activating the JAK2/STAT1,3 Signaling Pathway in Tumor Cells	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES
고진호	Exercise improves muscle mitochondrial dysfunction-associated lipid profile under circadian rhythm disturbance	KOREAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY

● 연구비 수주실적

- 글로벌선도연구센터(MRC) 선정 (2024.7, 세포소기관의학 연구센터)
- 최근 1년간 11명 참여교수 평균 1인당 총 연구비 수주액 182,733,796원

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 자체평가 대상기간(2023.9.1.(2024.3.1.)~2024.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2020.9.1.~2023.8.31.) 실적	최근 1년간 (2023.9.1.(2024.3.1.)~2024.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	5,414,004,667원	1,993,655,450원	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	776,900,585원	16,416,304원	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	-	-	
1인당 총 연구비 수주액	562,809,568원	182,733,796원	
참여교수 수	11명	11명	

1.2 연구업적물

가. 참여교수 연구업적물의 우수성

연번	1	실적구분	논문	참여교수	고진호
게재연월		2024. 7.		저자구분(IF)	교신저자(5)
실적 제목	Lactate promotes fatty acid oxidation by the tricarboxylic acid cycle and mitochondrial respiration in muscles of obese mice				
게재지(저널명)		AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY-CELL PHYSIOLOGY	권(호) 페이지	1:327(3):C619-C633	
요약문					
객관적 우수성					
• Physiology 분야 상위 8.8%, IF 5.0인 American Journal of Physiology-Cell Phsyology에 발표됨					
창의성 혁신성					
• 고지방식이로 골격근에 지방산 농도가 증가할 때 lactate는 malate-aspartate shuttle, pyruvate carboxylase 등을 통하여 TCA cycle을 활성화 시키고 uncoupling protein 3 (UCP3)를 통하여 미토콘드리아 호흡을 증가시켜 지질의 산화를 촉진시킨다는 것을 확인함					
연구내용 및 관련 분야 기여					
• Lactate가 골격근의 TCA cycle과 미토콘드리아 호흡에 기여하는 기전을 제시함					
비전 및 목표와의 부합성					

- 지역사회 문제인 대사증후군의 개선과 치료를 위한 새로운 전략 제시

사회/산업적 기여효과

- 대사증후군을 치료하기 위한 새로운 타겟(lactate)을 제안하였음



AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY
CELL PHYSIOLOGY

Am J Physiol Cell Physiol 327: C619–C633, 2024.
First published July 9, 2024; doi:10.1152/ajpcell.00060.2024

RESEARCH ARTICLE

Lactate promotes fatty acid oxidation by the tricarboxylic acid cycle and mitochondrial respiration in muscles of obese mice

Sol-Yi Park,¹ Su-Ryun Jung,¹ Jong-Yeon Kim,¹ Yong-Woon Kim,¹ Hoon-Ki Sung,^{2,3} So-Young Park,¹ Kyung-Oh Doh,¹ and Jin-Ho Koh^{4,5}

¹Department of Physiology, Yeungnam University College of Medicine, Daegu, Republic of Korea; ²Translational Medicine Program, The Hospital for Sick Children, Toronto, Ontario, Canada; ³Department of Laboratory Medicine and Pathobiology, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada; ⁴Department of Convergence Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea; and ⁵Department of Global Medical Science, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Republic of Korea

Abstract

Lower oxidative capacity in skeletal muscles (SKMs) is a prevailing cause of metabolic diseases. Exercise not only enhances the fatty acid oxidation (FAO) capacity of SKMs but also increases lactate levels. Given that lactate may contribute to tricarboxylic acid cycle (TCA) flux and impact monocarboxylate transporter 1 in the SKMs, we hypothesize that lactate can influence glucose and fatty acid (FA) metabolism. To test this hypothesis, we investigated the mechanism underlying lactate-driven FAO regulation in the SKM of mice with diet-induced obesity (DIO). Lactate was administered to DIO mice immediately after exercise for over 3 wk. We found that increased lactate levels enhanced energy expenditure mediated by fat metabolism during exercise recovery and decreased triglyceride levels in DIO mice SKMs. To determine the lactate-specific effects without exercise, we administered lactate to mice on a high-fat diet (HFD) for 8 wk. Similar to our exercise conditions, lactate increased FAO, TCA cycle activity, and mitochondrial respiration in the SKMs of HFD-fed mice. In addition, under sufficient FA conditions, lactate increased uncoupling protein-3 abundance via the NADH/NAD⁺ shuttle. Conversely, ATP synthase abundance decreased in the SKMs of HFD mice. Taken together, our results suggest that lactate amplifies the adaptive increase in FAO capacity mediated by the TCA cycle and mitochondrial respiration in SKMs under sufficient FA abundance.

NEW & NOTEWORTHY Lactate administration post-exercise promotes triglyceride content loss in skeletal muscles (SKMs) and reduced body weight. Lactate enhances fatty acid oxidation in the SKMs of high-fat diet (HFD)-fed mice due to enhanced mitochondrial oxygen consumption. In addition, lactate restores the malate-aspartate shuttle, which is reduced by a HFD, and activates the tricarboxylic acid cycle (TCA) cycle in SKMs. Interestingly, supraphysiological lactate facilitates uncoupling protein-3 expression through NADH/NAD⁺, which is enhanced under high-fat levels in SKMs.

exercise; fatty acid oxidation; lactate; mitochondrial respiration; TCA cycle

연번	2	실적구분	논문	참여교수	정춘희
게재연월		2024. 7.		저자구분(IF)	공동저자(6.8)
실적 제목	Efficacy and Safety of Metformin and Atorvastatin Combination Therapy vs. Monotherapy with Either Drug in Type 2 Diabetes Mellitus and Dyslipidemia Patients (ATOMIC): Double-Blinded Randomized Controlled Trial				
게재지(저널명)		DIAETES&METABOLISM JOURNAL		권(호) 페이지	48(4):730-739
요약문					

객관적 우수성

- 본 연구는 Diabetes & Metabolism Journal (IF 6.8, Q1)에 게재되었으며, 당뇨병과 고지혈증을 함께 앓고 있는 환자를 대상으로 약물의 병합요법이 미치는 효과와 안전성을 다루는 중요한 연구임
- 2형 당뇨병과 이상지질혈증 환자에서 메트포르민과 아토르바스타틴 병합요법의 효과를 검증하여, 당뇨병 및 심혈관 질환 관련 치료전략에 객관적이고 신뢰성 있는 데이터를 제공하였음

연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성

- 메트포르민과 아토르바스타틴의 병합 요법이 개별 약물 단독 요법보다 혈당 및 LDL-C 수치 감소에 더 효과적임을 밝혀내어, 두 약물의 상호작용을 통한 새로운 치료 방안을 제안함
- 메트포르민이 아토르바스타틴의 혈당 상승 부작용을 완화하는 데 기여함을 규명하였으며, 이는 복합적 약물요법에서 중요한 성과로 간주됨

연구내용 및 관련 분야 기여

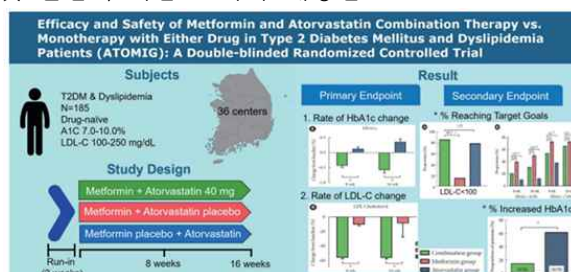
- 당뇨병 및 고지혈증을 동시에 관리하는 새로운 치료방법을 제시함으로써 심혈관 질환 예방 및 관리에 기여할 수 있는 중요한 결과를 제시
- 당뇨병성 이상지질혈증의 특성을 가진 환자에서 아토르바스타틴과 메트포르민 병합요법의 효능을 입증하여, 관련 임상연구와 치료전략 마련에 중요한 참고자료 활용에 기여함

교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

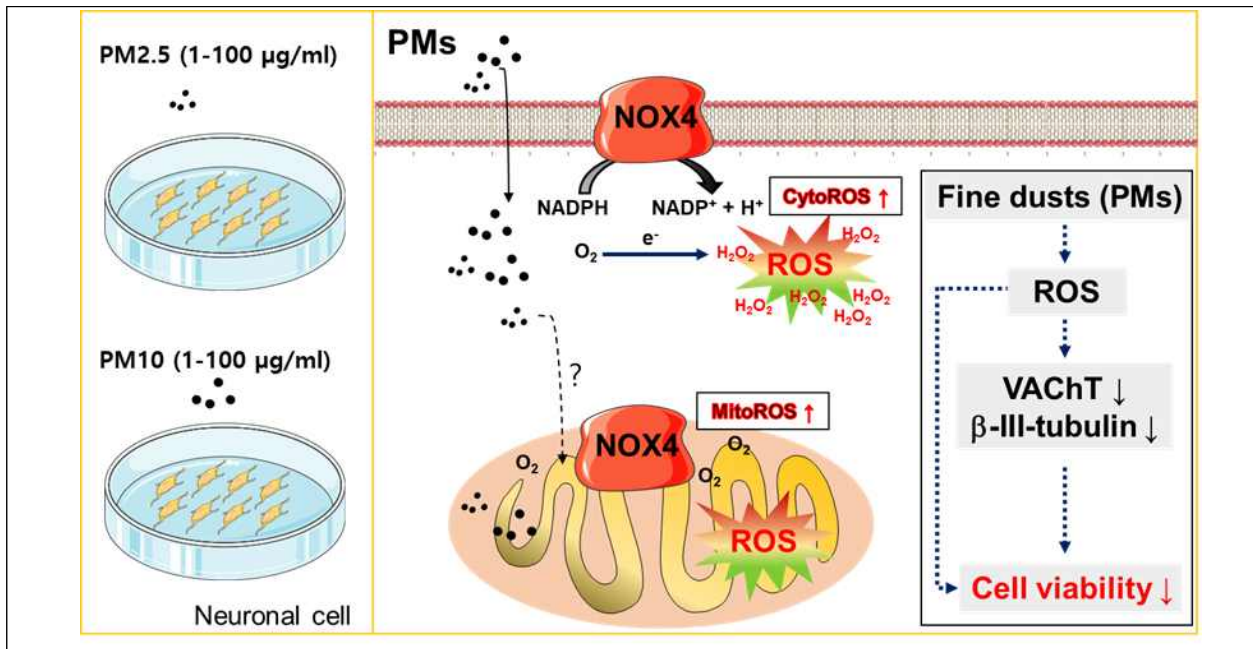
- 당뇨병 및 대사성 질환의 분자적 메커니즘과 약물 상호작용을 연구하여, 교육연구단이 추구하는 중개연구 및 다학제적 연구역량 강화에 기여
- 학문후속세대 및 교수들이 참여하여, 교육연구단이 지향하는 혁신적인 의료기술 연구와 인재양성 목표에 부합함

연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과

- 병합 요법이 심혈관 질환 예방 및 당뇨병 관리에 미치는 긍정적 영향을 입증하여, 환자에게 실제로 도움이 될 수 있는 새로운 치료법 개발에 중요한 기여를 할 것으로 사료됨
- 메트포르민과 아토르바스타틴 병합 요법의 안전성과 효능을 확립함으로써 의료비용 절감 및 환자 순응도 개선 등 사회적 및 산업적 파급 효과가 예상됨



연번	3	실적구분	논문	참여교수	차승규
게재연월		2024. 6.		저자구분(IF)	교신저자(4.9)
실적 제목	Particulate Matter-Induced Neurotoxicity: Unveiling the Role of NOX4-Mediated ROS Production and Mitochondrial Dysfunction in Neuronal Apoptosis				
게재지(저널명)		INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	권(호) 페이지	25(11):6116	
요약문					
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 이 논문 실적은 International Journal of Molecular Sciences (IF 4.9, Q1 저널)에 게재되었음• 환경독성과 뇌신경 관련 질환 연구에서 미세먼지(Particulate matter, PM) 노출에 의한 신경독성 기전을 분자수준에서 새롭게 규명한 성과임					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성 <ul style="list-style-type: none">• NOX4를 통한 ROS 생성과 미토콘드리아 기능장애가 미세먼지에 의한 신경독성 유발과 연관됨을 규명하여, PM과 NOX4-매개 미토콘드리아 산화스트레스 사이의 직접적 연관성을 처음으로 제시• PM2.5와 PM10 입자의 크기별 독성차이를 분석함으로써, 세포독성의 새로운 관점을 제공하고, 이를 통해 새로운 신경보호 전략의 학문적 근거를 마련함					
연구내용 및 관련 분야 기여 <ul style="list-style-type: none">• 미세먼지로 인한 산화스트레스 및 신경세포 손상 메커니즘을 규명하여, PM 노출이 퇴행성 신경질환에 미치는 영향에 대한 새로운 지견을 제공함• 환경오염 물질과 신경질환의 연관성에 대한 생물학적, 의학적 기초 데이터를 제공하여 환경보건과 신경과학 연구에 중요한 기여					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구성과는 질병의 발병 분자기전과 중개연구 및 병태생리 연구를 연결하는 교육연구단의 혁신적 연구 비전과 목표에 부합함• 공중보건 및 신경 생물학 분야에서 주요 문제를 다루어, 연구단이 지향하는 사회문제 해결 및 중개연구 성과 향상에 기여					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 대기오염으로 인한 신경독성에 대한 예방 및 치료 전략을 제시하여, 향후 공중보건 정책 및 대기 오염 저감 연구에 중요한 정보를 제공• 산화스트레스와 미토콘드리아 손상완화를 목표로 하는 신경보호 전략 수립의 기반을 제공함으로써, 퇴행성 신경질환 환자의 삶의 질 향상과 환경보건 문제 해결에 기여할 수 있는 가능성을 제시					



연번	4	실적구분	논문	참여교수	차승규
게재연월		2024. 8.		저자구분(IF)	교신저자(2.9)
실적 제목	Clinical and pathological significance of Orai1 channel expression in human diabetic nephropathy				
게재지(저널명)		KIDNEY RESEARCH AND CLINICAL PRACTICE	권(호) 페이지	43(5):626-634	
요약문					
객관적 우수성					
<ul style="list-style-type: none">연구성과가 신장연구 분야에서 권위있는 학술지인 Kidney Research and Clinical Practice에 게재되었음당뇨병성 신증(DN)의 정확한 초기 진단마커가 부족한 상황에서, Orai1 발현과 병리학적 진행 관계를 규명하여 만성신장질환(CKD)의 진행 예측을 위한 새로운 표지자를 제시하는 데 기여					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성					
<ul style="list-style-type: none">Orai1 채널이 당뇨병성 신증의 병리적 진행에 미치는 영향을 임상연구와 함께 분석하여, 신장 섬유화 및 CKD 예후와 밀접한 연관이 있음을 환자검체를 통해 처음으로 규명함DN의 병리적 기전에서 Orai1의 역할을 규명하여, 이를 예후인자 및 치료표적으로서의 가능성을 제안함으로써 신장질환 연구에 창의적 접근을 시도함					
연구내용 및 관련 분야 기여					
<ul style="list-style-type: none">Orai1의 발현과 DN의 병리학적 특징(예: 간질 섬유화 및 단백뇨) 간 상관관계를 규명하여 신장질환 분야에 새로운 병리학적 결과를 제시함Orai1을 생체지표로 활용하여 CKD의 진행 가능성 예측의 새로운 접근을 제시하여, 만성신장 질환 연구 및 임상적 접근에 중요한 기여를 함					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성					
<ul style="list-style-type: none">본 연구는 질병의 분자적 기전과 만성질환의 진단 및 치료법 개발을 목표로 하여, 혁신적 연구개발을 지향하는 교육연구단의 비전과 목표에 부합함DN과 같은 주요 만성질환의 병태생리 기전 연구를 통해 교육연구단이 추구하는 혁신 인재양성에 기여함					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과					
<ul style="list-style-type: none">Orai1을 표적으로 하여 DN과 CKD 진행을 조절하는 새로운 치료전략 개발의 가능성을 제시하여, 만성신장질환 환자들에게 실질적인 치료 혜택을 제공할 수 있는 학문적 근거 마련에 기여만성질환의 예후를 예측하고 관리할 수 있는 생체지표로서 Orai1의 역할을 강조함으로써, 국민 건강 관리 및 의료 산업에서의 예방적 접근을 강화하는 데 기여할 수 있음					

연번	5	실적구분	논문	참여교수	차승규
게재연월		2024. 10.		저자구분(IF)	교신저자(1.6)
실적 제목	Differential expression of ORAI channels and STIM proteins in renal cell carcinoma subtypes: implications for metastasis and therapeutic targeting				
게재지(저널명)		KOREAN JOURNAL PHYSIOL PHARMACOL	권(호) 페이지	10.4196/kjpp.24.126	
요약문					
객관적 우수성					
<ul style="list-style-type: none">• 이 연구는 권위 있는 생리학 학술지인 Korean Journal of Physiology & Pharmacology에 게재되었음. 신장암 종류에 따른 ORAI 채널과 STIM 단백질의 발현패턴이 주요한 역할을 한다는 점 새롭게 제시하였음• 다양한 신장세포암(RCC) 아형에서의 SOCE 관련 유전자 발현 및 생존율에 대한 분석을 통해, 종양의 전이 가능성을 조기에 예측하고 맞춤형 치료에 활용할 수 있는 과학적 근거를 제공					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성					
<ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 RCC에서 ORAI1 및 ORAI3 채널이 종양의 전이 및 생존율에 미치는 영향에 대해 세부적으로 분석하였으며, 특히 여성에서 ORAI3 발현이 높은 경우 생존율이 더 낮아지는 것을 최초로 규명하였음• ORAI3가 특정한 RCC 아형과 성별에 따라 예후에 미치는 차별적인 효과를 보여주는 점에서 기존 연구를 확장하고 새로운 연구 방향을 제시함					
연구내용 및 관련 분야 기여					
<ul style="list-style-type: none">• SOCE 및 STIM 단백질이 RCC 아형에 따른 발현과 기능에 대한 새로운 지견을 제공하여, 신장암의 병리학적 기전에 관한 새로운 통찰을 제시함• 종양의 전이와 관련된 주요인자를 규명함으로써, 신장암 초기진단 및 예후예측에 활용될 수 있는 과학적 근거마련에 중요한 기여					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성					
<ul style="list-style-type: none">• 신장암의 병리학적 기전 규명과 이를 활용한 맞춤형 치료 전략개발을 통해, 교육연구단이 지향하는 첨단 의과학 연구 및 혁신적 인재 양성의 비전과 목표 달성에 기여• 신진 연구자들이 주도적으로 참여한 연구로 학문후속세대의 교육적 기회를 제공하여, 교육연구단의 연구 및 교육 역량 강화에 부합하는 성과 보임					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과					
<ul style="list-style-type: none">• ORAI1 및 ORAI3을 표적으로 하는 RCC 전이 제어 치료법 개발의 학문적 기반을 제시하여, 맞춤형 치료전략 개발 및 종양 전이억제제 개발에 근거 제공에 기여함• SOCE 관련 유전자의 발현 패턴이 신장암의 예후와 관련되어 있음을 보여줌으로써, 신장암 환자의 생존율 향상과 맞춤형 치료 방안 수립에 중요한 기여					

Original Article

Differential expression of ORAI channels and STIM proteins in renal cell carcinoma subtypes: implications for metastasis and therapeutic targeting

Ji-Hee Kim^{1,*,}, Kyu-Hee Hwang^{2,3,4,5,*}, Jiyeon Oh^{2,3,4}, Sung-Eun Kim⁶, Mi-Young Lee^{6,7}, Tae Sic Lee^{4,5}, and Seung-Kuy Cha^{2,3,4,5,*}

¹Department of Occupational Therapy, Soonchunhyang University, Asan 31538, ²Department of Physiology, ³Department of Global Medical Science, ⁴Organelle Medicine Research Center, ⁵Department of Convergence Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju 26426, ⁶Department of Medical Biotechnology, ⁷Department of Medical Science, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

ARTICLE INFO

Received April 16, 2024
Revised August 24, 2024
Accepted September 2, 2024
Published online October 31, 2024

*Correspondence

Seung-Kuy Cha
E-mail: skcha@yonsei.ac.kr
Ji-Hee Kim
E-mail: jhk1111@sche.ac.kr

Key Words

Clear cell renal cell carcinoma
ORAI1 protein
ORAI3 protein
Papillary renal cell carcinoma
STIM1 protein

*These authors contributed equally to this work.

ABSTRACT Renal cell carcinoma (RCC) presents significant clinical challenges, highlighting the importance of understanding its molecular mechanisms. While store-operated Ca^{2+} entry (SOCE) is known to play an essential role in tumorigenesis and metastasis, its specific implications across various RCC subtypes remain underexplored. This study analyzed SOCE-related mRNA profiles from the KIRC and KIRP projects in The Cancer Genome Atlas (TCGA) database, focusing on differential gene expression and overall survival outcomes. Functional studies in clear cell RCC (Caki-1) and papillary RCC cell lines (pRCC, Caki-2) revealed increased expression of Orai1 and Orai3, along with STIM1, exhibited in both subtypes, with decreased STIM2 and increased Orai2 expression in pRCC. Notably, Orai3 expression had a gender-specific impact on survival, particularly in females with pRCC, where it inversely correlated with STIM2 expression. Functional assays showed Orai3 dominance in Caki-2 and Orai1 in Caki-1. Interestingly, 2-APB inhibited SOCE in Caki-1 but enhanced it in Caki-2, suggesting Orai3 as the primary SOCE channel in pRCC. Knockdown of Orai1 and Orai3 reduced cell migration and proliferation via regulating focal adhesion kinase (FAK) and Cyclin D1 in both cell lines. These findings highlight the critical roles of Orai1 and Orai3 in RCC metastasis, with Orai3 linked to poorer prognosis in females with pRCC. This study offers valuable insights into RCC diagnostics and potential therapeutic strategies targeting ORAI channels and STIM proteins.

연번	6	실적구분	논문	참여교수	차승규,박규상,정양식
게재연월		2024.6.		저자구분(IF)	공동, 교신저자(8.1)
실적 제목	Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression				
게재지(저널명)		Cell DEATH&DISEASE	권(호) 페이지	15(6):464	
요약문					
객관적 우수성					
<ul style="list-style-type: none">• 이 연구성과는 Cell Death & Disease (IF 8.1, Q1)에 게재되었음• 학제 간 접근을 통해 미토콘드리아 유래 펩타이드인 Humanin이 뇌종양 진행에 미치는 영향을 체계적으로 분석한 연구임					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성					
<ul style="list-style-type: none">• 기존에 잘 알려지지 않았던 Humanin의 역할을 규명하며, 이 펩타이드가 integrin αV와 TGFβ 신호전달 경로를 활성화하여 종양 침습성과 혈관 생성을 촉진함을 최초로 제시• <i>in vivo</i> 동물모델을 통해 Humanin의 GBM 성장촉진 효과를 입증하여, 제한된 GBM 치료표적 개발에 과학적 근거 자료를 제공					
연구내용 및 관련 분야 기여					
<ul style="list-style-type: none">• Humanin의 pro-tumoral 기능을 통해 종양세포 전이 및 혈관생성을 촉진하는 기전을 구체적으로 제시하여, GBM을 위시한 종양 연구분야에 새로운 지견을 제공함• Integrin αV 및 TGFβ 축을 표적으로 하는 새로운 치료법의 가능성을 열어, 뇌종양의 분자적 기전을 이해하는 데 중요한 기여를 함					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성					
<ul style="list-style-type: none">• 분자기전을 기전규명을 통해 중개연구의 혁신을 목표로 하는 교육연구단의 비전과 일치하며, 이를 통해 암 병태생리 기전 이해를 높이고 신진 연구자들에게 선도 연구역량을 함양하는 기회를 제공• 학문후속세대, 대학원생 및 세명의 BK21 교수진의 협력으로 연구단이 지향하는 창의적이고 혁신적인 인재 양성 목표 달성에 기여함					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과					
<ul style="list-style-type: none">• Humanin을 표적으로 하는 치료전략 개발 가능성을 시사하여, 뇌종양 환자의 치료 접근성을 높이 고자 하는 의료산업 확대에 기여• 뇌종양 환자의 예후 개선을 목표로 하여, 공공 보건과 신경계 암 치료의 혁신에 기여할 수 있는 실질적 연구성과로 평가됨					

ARTICLE OPEN



Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression

Cuong P. Ha^{1,2,3,9}, Tuyen N. M. Hua^{1,2,3,8,9}, Vu. T. A. Vo^{1,2,3}, Jiyeon Om¹, Sangwon Han⁴, Seung-Kuy Cha^{2,3,5,6,7}, Kyu-Sang Park^{2,3,5,6,7} and Yangsik Jeong^{1,2,3,6,7}

© The Author(s) 2024

The role of mitochondria peptides in the spreading of glioblastoma remains poorly understood. In this study, we investigated the mechanism underlying intracranial glioblastoma progression. Our findings demonstrate that the mitochondria-derived peptide, humanin, plays a significant role in enhancing glioblastoma progression through the intratumoral activation of the integrin α V (ITGAV)-TGF β (TGF β) signaling axis. In glioblastoma tissues, humanin showed a significant upregulation in the tumor area compared to the corresponding normal region. Utilizing multiple in vitro pharmacological and genetic approaches, we observed that humanin activates the ITGAV pathway, leading to cellular attachment and filopodia formation. This process aids the subsequent migration and invasion of attached glioblastoma cells through intracellular TGF β R signaling activation. In addition, our in vivo orthotopic glioblastoma model provides further support for the pro-tumoral function of humanin. We observed a correlation between poor survival and aggressive invasiveness in the humanin-treated group, with noticeable tumor protrusions and induced angiogenesis compared to the control. Intriguingly, the in vivo effect of humanin on glioblastoma was significantly reduced by the treatment of TGF β R1 inhibitor. To strengthen these findings, public database analysis revealed a significant association between genes in the ITGAV-TGF β R axis and poor prognosis in glioblastoma patients. These results collectively highlight humanin as a pro-tumoral factor, making it a promising biological target for treating glioblastoma.

Cell Death and Disease (2024)15:464; <https://doi.org/10.1038/s41419-024-06790-8>

연번	7	실적구분	논문	참여교수	박규상
게재연월		2024.6.		저자구분(IF)	공동저자(5.1)
실적 제목	Regulator of Lipid Metabolism NHR-49 Mediates Pathogen Avoidance through Precise Control of Neuronal Activity				
게재지(저널명)		CELLS		권(호) 페이지	13(11),978
요약문					

객관적 우수성

- 본 연구 결과는 해당 분야 우수학술지인 Cells(IF 5.1)에 게재되었음

창의성/혁신성

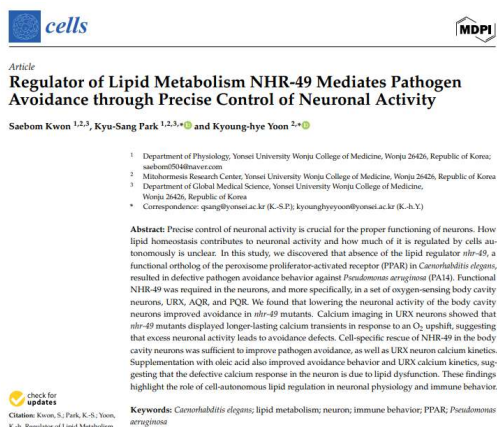
- 예쁜꼬마선충에서 포유류의 퍼옥시좀 증식인자 활성화 수용체, PPAR와 기능적 상동체로 알려진 핵수용체 NHR-49가 지방대사 조절인자로서의 새로운 역할과 기전을 규명한 논문으로서, 신경에 있는 NHR-49 만으로도 수명을 연장하고 번식을 회복함을 증명하였음.
- 특히 세로토닌 신경에서의 NHR-49가 산란행동을, 콜린성 신경과 글루타메이트성 신경에 있는 NHR-49은 위험인자 피하기 행동에 관여함을 확인하였고, NHR-49이 칼슘신호와 신경활성 조절에 관여하는 기전을 규명하였음

교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 대사 및 노화관련 질환의 병태생리 규명과 치료전략 개발을 중요한 연구목표로 본 연구는 예쁜 꼬마선충 모델에서 지방대사 조절인자를 규명하고 이 인자의 발현조절을 통해 수명 변화를 관찰한 연구로 본 연구단 비전 및 목표에 부합함

해당 전공분야의 기여성

- 신경계에서 지방대사가 신경생리적으로 개체의 행동조절에 중요한 역할을 하는 것을 밝혔으며, 이를 바탕으로 특정 신경생리학적 변화가 몸 전체형질들의 변화를 가져오는 원리를 연구할 수 있는 기초를 마련하였음



연번	8	실적구분	논문	참여교수	박규상
게재연월		2024.5.		저자구분(IF)	공동저자(4.4)
실적 제목	IL-10-induced modulation of macrophage polarization suppresses outer-blood-retinal barrier disruption in the streptozotocin-induced early diabetic retinopathy mouse model				
게재지(저널명)		FASEB JOURNAL	권(호) 페이지	38(9):e23638	
요약문					
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 이 연구는 생리학과 의학연구에서 저명한 학술지인 FASEB Journal(IF 4.4, Q1)에 게재되었음• 당뇨병성 망막병증과 같은 복합적 만성질환의 신경염증과 혈관장벽 손상기전을 최초로 규명한 연구로, 관련 분야 학술지에 실린 신뢰도 높은 연구					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성 <ul style="list-style-type: none">• 염증성 매개물질인 IL-10이 망막 내 대식세포를 M1에서 M2로 변화시켜 혈관-망막 장벽의 손상을 억제하는 새로운 기전을 제시한 창의적 연구성과• IL-10 주입이 대식세포의 항염증 극성을 증가시키고, 당뇨병 초기 망막병증 모델에서 외부 혈관-망막 장벽(outer BRB)의 구조적 기능적 통합성을 유지하는 데 미치는 효과를 실험적으로 증명함					
연구내용 및 관련 분야 기여 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 고포도당 환경에서 대식세포 극성 변화가 망막 상피세포의 구조와 기능에 미치는 영향을 규명하여, 당뇨병성 망막병증 초기단계에서의 외부 혈관-망막 장벽 파괴와의 상관관계를 처음으로 입증하였음• 망막 병리에서 외부 BRB의 손상 기전과 대식세포 역할에 대한 새로운 지견을 제공하며, 대식세포를 통한 신경보호 기전을 제안함으로써 신경염증 연구에 새로운 방향을 제시하였음					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 세포 및 분자 수준에서 당뇨병성 망막병증의 병태생리 기전을 규명하여, 교육연구단의 만성질환의 중개연구에 중점을 둔 비전과 일치함• 연구단의 중점 분야인 세포 신호전달 및 손상환경에서의 대사조절 연구에 기여하였으며, 기초의학과 임상의학을 연계하는 융합형 인재양성 목표와 부합함					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과 <ul style="list-style-type: none">• 당뇨병성 망막병증의 초기단계에서 염증성 손상을 예방할 수 있는 치료적 접근을 제시하여, 신경염증 조절과 시력보존을 목표로 하는 잠재적 치료제 개발의 과학적 근거마련에 기여• 이 연구는 망막의 혈관-신경 장벽 보호를 위한 새로운 생체지표 및 치료표적을 제공하여, 미래 망막질환 치료 및 예방전략 수립에 중요한 기여를 할 것으로 사료됨					

연번	9	실적구분	논문	참여교수	박규상
게재연월		2024.4.		저자구분(IF)	공동저자(2.7)
실적 제목	Changes in the expression of satellite glial cell-specific markers during postnatal development of rat sympathetic ganglia				
게재지(저널명)		BRAIN RESEARCH	권(호) 페이지	1829:148809	
요약문					
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 본 성과는 신경과학 학술지인 Brain Research(IF 2.7)에 게재되었으며, 이는 해당 연구의 학문적 공헌도와 신뢰성을 인정받은 결과• 임신경과학 및 생리학 연구자들에게 인용도가 높은 저널로, 본 연구의 우수성을 입증함					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 생후 발달 과정에서 교감신경절 위성아교세포(Satellite Glial Cells)의 표지자 발현 변화에 대한 연령 의존성을 최초로 분석하여, 새로운 표지자 발현 패턴을 제시함• 신경계의 다양한 병태생리적 조건에서 위성아교세포 활성화와 관련된 기전을 확인함으로써, 기존 신경세포 중심 연구를 확장하는 혁신적인 접근을 시도함					
연구내용 및 관련 분야 기여 <ul style="list-style-type: none">• 교감신경절의 위성아교세포가 연령별로 특정 단백질을 발현하는 과정을 규명하여, 신경 및 아교세포 상호작용 기전을 이해하는 데 중요한 기여를 함• 교감신경계 내 위성아교세포의 특성을 다른 신경절과 비교하여 분석함으로써, 교감신경계의 발달 및 병리학적 상태에서 아교세포의 역할을 밝힘					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구는 분자 기전연구와 질병 병태생리 연구를 선도하고자 하는 교육연구단의 비전과 부합됨• 후속 학문세대 양성에 기여하는 연구로, 교육연구단의 학문적/교육적 목표에 적합함					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과 <ul style="list-style-type: none">• 본 연구의 결과는 신경계 질환의 새로운 진단 및 치료법 개발에 기초자료를 제공하여, 신경질환 관련 의료산업에 응용 가능성을 제시함• 위성아교세포의 발달 및 기능 이상이 다양한 신경계 질환과 연관이 있음을 규명함으로써, 향후 공중보건 향상 및 사회적 건강 문제해결에 기여할 수 있음					

연번	10	실적구분	논문	참여교수	박규상,조미연
게재연월		2024.4.		저자구분(IF)	공동,교신저자(4.9)
실적 제목	Upregulation of EMR1 (ADGRE1) by Tumor-Associated Macrophages Promotes Colon Cancer Progression by Activating the JAK2/STAT1,3 Signaling Pathway in Tumor Cells				
게재지(저널명)		INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	권(호) 페이지	25(8):4388	
요약문					
객관적 우수성 <ul style="list-style-type: none">• 본 성과는 International Journal of Molecular Sciences (IF 4.9, Q1 저널)에 게재되었으며, 이는 해당 연구의 학문적 공헌도와 신뢰성을 인정받은 결과로 사료됨• 종양 관련 대식세포(TAMs)와 상호작용하여 발현되는 EMR1이 JAK2/STAT1,3 신호전달 경로를 통해 결장암의 진행을 촉진함을 규명함으로써, 암연구 및 면역 미세환경 연구에서 신뢰성 있는 연구 결과를 제시하였음					
연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성 <ul style="list-style-type: none">• 종양 미세환경(TME) 내에서 TAMs와 결장암 세포 간의 분자적 상호작용을 중심으로 JAK2/STAT1,3 신호 경로의 역할을 최초로 입증• EMR1과 JAK/STAT 신호 경로 사이의 상관관계를 밝혀, 종양전이 기전 및 세포증식에 관한 새로운 관점을 제공하였으며, TAMs를 조절 표적으로 삼을 가능성을 제시함• EMR1의 조절을 통한 신규 치료접근법 가능성을 제시하여 암 진행 억제에 대한 혁신적 치료전략을 탐색할 수 있는 기회를 제공					
연구내용 및 관련 분야 기여 <ul style="list-style-type: none">• 이 연구는 암 미세환경에서 TAMs의 역할과 그에 따른 신호전달 경로가 결장암의 전이와 어떻게 관련되는지 심도있게 분석함으로써, 암세포의 성장, 이동성 및 저항성을 강화하는 분자 기전을 밝힘• JAK2/STAT1,3 경로의 억제가 암세포 성장 억제에 기여할 수 있음을 제안함으로써, 향후 항암 연구와 면역 치료 연구에서 필수적인 지식을 제공함					
교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none">• 교육연구단의 목표인 병태생리학 및 분자진단 기전연구를 중심으로 한 혁신적 의과학 연구로 혁신적 인재양성에 기여함• 종양 미세환경에 대한 이해를 기반으로 차세대 연구자들이 종양면역 및 신호전달에 대한 깊이 있는 학습과 연구를 통해 학문적 성장을 도모함					
연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과 <ul style="list-style-type: none">• 종양면역 미세환경에서 EMR1을 통한 암 전이 조절 가능성을 확인하여, 향후 암 전이 억제를 위한 면역 조절 타겟 발굴에 기여할 수 있음• TAMs와 관련된 JAK/STAT 신호경로 조절을 통해 결장암의 진행을 억제할 가능성을 규명함으로써, 새로운 항암 치료전략 및 사회적 건강증진에 기여할 가능성을 제시함					

나. 교육연구단(팀)의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2024.3.1.)-2024.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	Regulator of Lipid Metabolism NHR-49 Mediates Pathogen Avoidance through Precise Control of Neuronal Activity (Cells. 2024)
<p>객관적 우수성</p> <ul style="list-style-type: none">본 연구 결과는 해당 분야 우수학술지인 Cells(IF 5.1)에 게재되었음 <p>연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성</p> <ul style="list-style-type: none">예쁜꼬마선충에서 포유류의 퍼옥시좀 증식인자 활성화 수용체, PPAR와 기능적 상동체로 알려진 핵수용체 NHR-49가 지방대사 조절인자로서의 새로운 역할과 기전을 규명한 논문으로서, 신경에 있는 NHR-49 만으로도 수명을 연장하고 번식을 회복함을 증명하였음.특히 세로토닌 신경에서의 NHR-49가 산란행동을, 콜린성 신경과 글루타메이트성 신경에 있는 NHR-49는 위험인자 피하기 행동에 관여함을 확인하였고, NHR-49이 칼슘신호와 신경활성 조절에 관여하는 기전을 규명하였음 <p>연구내용 및 관련 분야 기여</p> <ul style="list-style-type: none">신경계에서 지방대사가 신경생리적으로 개체의 행동조절에 중요한 역할을 하는 것을 밝혔으며, 이를 바탕으로 특정 신경생리학적 변화가 몸 전체형질들의 변화를 가져오는 원리를 연구할 수 있는 기초를 마련하였음 <p>교육연구단의 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none">대사 및 노화관련 질환의 병태생리 규명과 치료전략 개발을 중요한 연구목표로 본 연구는 예쁜 꼬마선충 모델에서 지방대사 조절인자를 규명하고 이 인자의 발현조절을 통해 수명 변화를 관찰한 연구로 본 연구단 비전 및 목표에 부합함 <p>연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과</p> <ul style="list-style-type: none">본 연구결과는 기초의과학 핵심기전연구로 생명현상에 대한 기여로 많은 노벨상과 우수 연구성과를 제공한 예쁜꼬마선충 연구의 장점을 최대화 하여, 행동, 생존, 수명, 노화, 번식 등의 기본적인 기능들을 조절하는 새로운 조절인자를 규명하여 학문적 진보와 함께 이의 사람에서의 상동체 기능규명으로 포유류 동물연구로는 진행하기 어려운 질환 기전이해 및 치료전략개발에 기여하고자 하였음 <div><p>The diagram illustrates the role of NHR-49 in pathogen avoidance through lipid homeostasis. It is divided into three panels: Wildtype, <i>nhr-49(-/-)</i>, and <i>nhr-49 + oleic acid</i>. In the Wildtype panel, pathogen exposure leads to the activation of NPR-1, which then activates the FLP-18 and FLP-21 neurons. These neurons release neurotransmitters (β/γ and α) that regulate NHR-49, leading to lipid homeostasis and pathogen avoidance. In the <i>nhr-49(-/-)</i> panel, the NHR-49 protein is absent (indicated by a red 'X'), leading to a failure in lipid homeostasis and pathogen avoidance. In the <i>nhr-49 + oleic acid</i> panel, the addition of oleic acid (indicated by a red 'X') bypasses the need for NHR-49, restoring lipid homeostasis and pathogen avoidance.</p></div>	

연번	대표연구업적물 설명
2	Humanin activates integrin α V-TGF β axis and leads to glioblastoma progression. (Cell Death Dis. 2024)

객관적 우수성

- 본 연구성과는 해당분야의 저명 학술지 Cell Death & Disease (IF 8.1, Q1 저널)에 게재되었음
- 악성 신경교종인 교모세포종의 진행과정에서 중요한 역할을 하는 mitochondria-derived peptide (MDP) Humanin의 역할을 분자수준에서 규명하여, 이 분야에 중요한 기여를 한 연구로 평가됨

연구 성과 내용의 창의성 및 혁신성

- Humanin이 Integrin α V-TGF β 축을 활성화하여 교모세포종의 세포부착, 이동, 침습을 유도하는 새로운 기전을 제시함
- 기존 세포보호 역할로 알려진 Humanin을 종양진단과 치료표적으로 제시함으로써, Humanin의 기능적 역할에 대한 새로운 관점을 제시한 창의적 연구

연구내용 및 관련 분야 기여

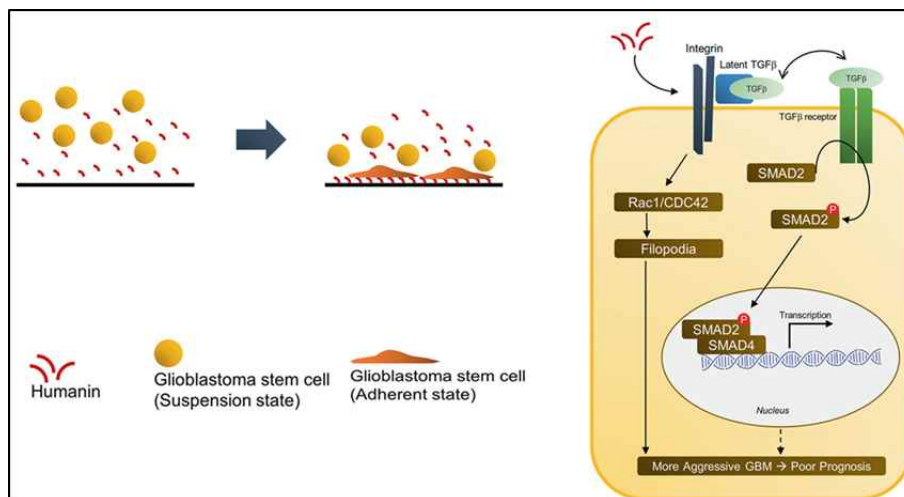
- 종양 미세환경에서 Humanin이 Integrin과 TGF β 신호를 통해 종양 침습성을 높이는 역할을 규명하여, 악성 뇌종양의 진행을 이해하는 데 중요한 지견을 제공함
- 교모세포종의 병리적 기전에 대한 이해와 종양생물학 및 신경학 분야에서 광범위한 응용 가능성을 제공함

교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구성과는 질병의 분자기전과 중개연구를 연결하는 교육연구단의 혁신적 연구 비전과 목표에 부합함
- 난치성 암 질환인 교모세포종의 병태생리를 규명함으로써, 교육연구단이 지향하는 혁신적 의과학 교육과 연구능력 역량 개발을 위한 중요한 기반을 제공

연구업적 결과의 사회/산업적 기여효과

- Humanin을 교모세포종의 새로운 표적치료로 제안함으로써, 뇌종양 환자의 생존을 개선에 기여할 가능성을 제시함
- MDP-TGF β 신호를 매개로 하는 교모세포종의 침습성과 전이성을 억제할 수 있는 혁신적 치료법 개발의 학문적 근거기반을 마련



2. 산업·사회에 대한 기여도

연번	실적명	참여교수명	실적 해당 분야	실적 요약
1	주식회사 온코인 창업	정양식	거버넌스 구축	[산업·사회 현안] 종양 정밀 치료에서 표적항암제의 환자적용률(현 14%)과 개발된 항암제들의 임상적용을 극대화할 필요가 있음 [기여실적] 주식회사 온코인을 창업하여 환자 개인에게 가장 적합한 종양 치료제를 찾아주는 기술을 개발하고, 청년 일자리 창출에 기여함. 이러한 창업 및 기술 개발을 통해 종양이라는 산업/사회적 문제해결을 위한 거버넌스/플랫폼을 구현함.
			기업현안 해결	
			일자리 창출	
2	이원컴포텍 (주) 사외이사	정양식	거버넌스 구축	[산업·사회 현안] 대장암 치료제 개발은 현재 진행형이며, 진행성 대장암에 대한 새로운 패러다임의 치료접근이 필요함. [기여실적] 이원컴포텍(주)의 신약 개발 관련 과학기술 자문. 항암제 개발 파이프 라인 진행에 대한 학문적 자문을 포함하여, 항암 개발 관련 비상장 기업 또는 스타트업 투자 결정을 위한 기술 자문 수행. 이러한 일련의 활동으로 기업이 당면한 항암제 개발에 대한 현안 해결에 중심적인 역할을 하여, 암이라는 중요한 사회적 이슈 해결에 기여하였음.
			기업현안 해결	
			일자리 창출	
3	주식회사 온코인 사외이사	차승규	기업현안 해결	[산업·사회 현안] 창업 기업의 초기 기술, 운영 등 자리매김 어려움 및 치료적 한계로 인한 종양치료의 높은 글로벌 의료 미충족 수요 [기여실적] 창업기업의 당면문제를 기술적인 부분 자문과 운영적 지원을 통해 해결에 기여함. 치료기술 개발의 한계, 글로벌 의료미충족 수요로 인한 미래산업 및 글로벌 난제에 대응할 수 있는 해결방안 모색에 기여함
			미래/글로벌 대응	
			거버넌스 구축	
4	병리 인공지능 개발을 위한 표준화	조미연	거버넌스 구축	[산업·사회 현안] AI 시대에 맞추어 의료 병리 분야에서도 인공지능 학습에 필요한 데이터 구축이 필요함 [기여실적]

	된 소화기 및 세포 디 지털 병리 데이터셋 구 축		미래/글로벌 대응	한국지능정보사회진흥원 주관의 인공지능학습용 데이터 구축사업 중 병리검사 데이터셋 (12000예) 구축에 공동연구기관으로 참여함. 이는 향후 디지털 병리 데이터를 활용한 인공지능형 분석 프로그램 개발에 활용하는 것을 목적으로 함. 개인정보에 민감한 디지털 병리 데이터 수집을 위한 거버넌스를 구축하고 인공지능 프로그램 개발을 지원함으로써 미래산업 대응에 기여함. 의료전문가, 소프트웨어 엔지니어, 데이터 전문가 등 다양한 분야의 일자리가 창출되었음.
			일자리창출	
5	위암 병리진단 표준화 가이드라인 발표	조미연	미래/글로벌 대응	<p>[산업·사회 현안] 인공지능 시대에 맞춰 병리 분야의 디지털 적용과 관련 교육이 필요함</p> <p>[기여실적] 병리전문가와 전공의로 구성된 대한병리학회 산하 연구단체인 소화기병리학 연구회 대표를 역임하며 집담회, 단기과정 등을 통해 병리진단의 최신지견을 회원들에게 교육하였고 디지털 병리분야의 인공지능 활용에 대한 심포지엄을 개최하였음. 위암의 병리진단 표준화 가이드라인을 제작하였으며 학회 발표를 통하여 임상치의 의견을 수렴한 후 논문으로 게재하여 위암병리진단의 질 향상에 기여하였음. (JPTM 2023;57(1):1-27)</p>
			인력재교육	

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

3.1. 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

연번	1	실적구분	학술활동	참여교수	정춘희
학술대회명	The 12th SICEM (2024 Seoul-International Congress of Endocrinology & Metabolism)				
활동내역	Committee of Clinical Practice Guideline & Task Force Team for Korean Hormone Reference Standard joint symposium. Collaborative insights for clinical guidelines development 좌장				

연번	2	실적구분	학술활동	참여교수	차승규
학술대회명	The Korean Journal of Physiology & Pharmacology				
활동내역	The Korean Journal of Physiology & Pharmacology 국제학술지 부편집장				

연번	3	실적구분	학술활동	참여교수	차승규
학술대회명	대한생리학회				
활동내역	대한생리학회 위원회 활동 (총무이사)				

연번	4	실적구분	학술활동	참여교수	차승규
학술대회명	Yonsei Medical Journal				
활동내역	Yonsei Medical Journal 국제학술지 편집위원				

연번	5	실적구분	학술활동	참여교수	박규상
학술대회명	제18회 대한 미토콘드리아 연구의학회 국제학술대회				
활동내역	제18회 대한 미토콘드리아 연구의학회 국제학술대회 Plenary Lecture 좌장				

연번	6	실적구분	학술활동	참여교수	박규상
학술대회명	국제학술지 'Diabetologia'				
활동내역	국제학술지 'Diabetologia' 편집위원 부편집장				

3.2. 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

연번	1	실적구분	국제공동연구	참여교수	박규상
연구제목	세포소기관 칼슘신호체 조절 단백질발굴 및 치료전략 개발				
요약문					
1. 연구개발 목표 가. CyytoCaMPARI를 이용한 리소좀-소포체 칼슘신호 기전 규명 및 관련 단백질후보 발굴 나. MitoCaMPARI를 이용한 리소좀-미토콘드리아 칼슘신호 전달 관련 단백질후보 발굴 다. SPLICS를 이용한 자가포식 관련 리소좀-미토콘드리아 접촉 및 신호전달 변화 확인 2. 연구개발 내용 및 방법 가. 연구일정 • 2024년 11월 11일 ~ 2025년 4월 18일					

나. 연구 세부내용

1) 연구배경

- 초고령사회와 라이프스타일 변화(과식, 운동부족)로 만성대사질환이나 노화매개질환이 증가하고 있어 국가 차원에서도 사회경제적인 큰 부담이 되고 있음
- 이러한 질환들의 병태생리 기전에 세포소기관 기능장애가 중요한 공통의 병태생리기전으로 알려져 있으나, 아직까지 명확한 기전이 규명되지 못하였고 세포소기관 연구의 기술적인 한계로 인해 이를 이용한 진단 및 치료 관련 질환 제어전략이 수립되지 못하고 있음
- 지금까지는 질병의 이해를 위해 개별소기관의 기능 및 구조 연구에 국한되어 있었으나, 점차 세포소기관들간의 상호작용, 연결 및 신호전달 등을 통합적으로 이해할 필요성이 제기되어 오고 있음
- 최근들어 미토콘드리아-소포체 연결부위의 결함이 칼슘항상성 파괴, 세포내 산화스트레스 증가 등으로 비만, 당뇨, 퇴행성질환의 중요한 병태생리 기전이라고 발표가 되어서, 단순히 단일 세포소기관이 아니라 서로간의 칼슘신호 등을 통한 상호작용을 이해하는 일이 새롭고 창의적인 질환의 진단 및 치료전략 제시에 매우 중요할 것으로 기대되고 있음

2) 자가포식과 리소좀

- 리소좀은 외부 박테리아나 유입물, 노폐물 처리 뿐 아니라, 세포내 오래된 단백질 및 기타 세포 구성성분의 분해를 담당하고 있으며, 이 기능을 자가포식(autophagy)라고 하며 세포 항상성 유지 및 노화 방지에 매우 중요한 기전임
- 자가포식을 조절하는 세포내 신호전달은 AMPK와 mTOR 등이며, 전자는 자가포식을 활성화시키고, 후자는 억제시킴. 흥미롭게도 이 두 가지 신호전달 단백질은 모두 리소좀에서 활성화되는데, 리소좀으로부터의 칼슘 유리 및 국소적인 리소좀 주변 칼슘농도의 증가가 이 둘 모두 활성화시키지만 시간적 차이가 있음
- 자가포식 조절을 이해하기 위해서는 리소좀 칼슘유리 통로인 이온채널에 대한 이해가 필요한데, 대표적인 채널로 TRP-ML1/3 채널이 중요한 칼슘유리 통로로서 기능장애에 의해 자가포식 flux에 결손이 있음

3) 리소좀-소포체 칼슘신호 규명

- 리소좀의 칼슘농도는 소포체와 유사한 정도로 수백 μM 에 달하며, 이는 세포질 칼슘 농도($\sim 100 \text{ nM}$)에 비해 1/5,000 수준임. 소포체에는 칼슘펌프가 있어 칼슘농도 경사도를 높게 유지할 수 있지만, 리소좀의 경우 특별한 칼슘 이동 기전이 잘 알려져 있지 않은 상태에서 이처럼 리소좀 막을 사이에 두고 높은 칼슘농도 경사를 유지할 수 있는 기전이 명확치 않음
- 리소좀 막에 위치한 능동적 이온펌프는 수소이온을 이동하는 V-ATPase로서, 이 펌프의 작용으로 리소좀내 pH는 세포질에 비해 pH 2~3 낮은 산성을 유지함
- 일부 논문에서 리소좀에 $\text{Ca}^{2+}\text{-H}^+$ exchanger가 존재하여, pH 경사도를 이용하여 리소좀 내 칼슘농도를 높게 유지시킬 수 있는 기전이라 제시된 바 있으나, 아직 그 명확한 실체가 규명된 바 없고, 작용에 대해서도 쉽게 설명되지 못함
- 근래에는 리소좀이 직접 소포체와 연결되어서, 소포체로부터 직접 칼슘을 전달받는다는 주장이 제시되었고, 소포체 쪽의 통로는 IP_3 receptor라고 하였으나 리소좀 쪽은 통로는 아직 제시된 바 없음
- 소포체에서 칼슘이 이동한다면 소포체는 다시 칼슘을 재충전 하여야 하는데, 그 기전과 관련된 연구도 진행된 바 없음

4) 리소좀-미토콘드리아 칼슘신호 및 에너지대사 활성화

- 리소좀의 자가포식 과정에는 칼슘이동 뿐 아니라 여러 에너지 소모과정이 있으므로, 이 과정에 필요한 에너지가 공급받지 못할 경우 자가포식 진행에 결함을 초래할 수 있음
- 세포내 에너지 공급 소기관으로 산화인산화를 통한 ATP 합성에 관여하는 미토콘드리아는 칼슘이 높은 환경에서는 이동이 정지하고 칼슘을 흡수하는 특성이 있음
- 리소좀의 칼슘 유리는 주변에 국소적인 칼슘농도를 상승시켜 미토콘드리아가 모이게 할 수 있을 것으로 사료되며, 미토콘드리아가 증가된 칼슘을 흡수하여 기질내 칼슘농도가 높아질 경우 미토콘드리아 대사가 활성화되어 ATP 합성을 비롯하여 미토콘드리아 기능이 필요(bioenergetic demand)에 맞게 항진되어야 함

- 하지만 미토콘드리아 기능장애가 있는 경우는 리소좀이 mitophagy로 제거하게 되며, 이는 기능장애 미토콘드리아에서의 활성산소 생성을 근원적으로 막고 전체적인 미토콘드리아 질을 높이는 중요한 quality control 기전으로 작용함
- 전체적으로 미토콘드리아-리소좀 연결부위에 관한 연구는 미흡하고 생리적 기능에 관해 밝혀지지 않았으나, 병태생리 기전 규명에 매우 중요한 부분일 것이라 사료됨

다. 연구방법

- 1) CytoCaMPARI를 이용한 리소좀-소포체 칼슘신호 기전규명 및 관련 단백질 후보 발굴
 - 세포질에서 칼슘농도 증가에 의해 비가역적으로 형광특성이 바뀌는 CaMPARI 단백을 이용하여 리소좀 칼슘채널 활성화에 따른 소포체 칼슘 유리 기전을 규명
 - CRISPR/Cas9-based screening system으로 칼슘증가에 관여하는 단백질 중 리소좀과 소포체 관련 단백을 발굴함
 - 리소좀-소포체 칼슘신호전달에 관여하는 유전자 발현조절로 생리적 기능을 규명
- 2) MitoCaMPARI를 이용한 리소좀-미토콘드리아 칼슘신호 전달 관련 단백질 후보 발굴
 - 미토콘드리아 기질에 발현하여 미토콘드리아 칼슘농도 증가에 의해 비가역적으로 반응하는 mitoCaMPARI 단백을 이용하여 리소좀 칼슘채널 활성화에 따른 미토콘드리아 칼슘 유입 관련 단백질과 분자 기전을 규명
 - 특히 CRISPR/Cas9-based screening system과 FACS sorting을 통해 칼슘이동 통로 및 adaptor 단백질들을 새롭게 발굴하고 이들에 의한 생리적 조절 기전 규명
 - 자가포식 과정에서 위 단백질들의 작용을 확인하고, 유전자 발현조절 세포에서 미토콘드리아 기능 및 자가포식 기능조절에 관여하는 역할을 새롭게 규명함
- 3) SPLICS를 이용한 자가포식 관련 리소좀-미토콘드리아 접촉·신호전달 변화 확인
 - 세포소기관 사이의 접촉부위를 영상화하는 SPLICS를 이용하여 리소좀-소포체 또는 리소좀-미토콘드리아 접촉 부위 구조를 super-resolution microscopy 및 immunogold EM으로 확인함
 - 특히 자가포식과 관련된 여러 조건(활성신호 조절약물 혹은 아미노산 결핍 조건)과 관련 단백질 발현조절 세포에서 접촉부위 구조변화를 관찰하여 생리 및 병리적 역할을 규명

3. 공동연구 수행자 간 연구범위 및 역할분담 내용

가. 공동연구기관 및 공동연구자

1) 스위스 제네바의대의 우수한 연구 인프라

- 국제적인 연구 중심으로 세계 각국의 우수 연구자들이 집결되어 있음
- 이미징 연구에 인프라가 우수하고 연구적 우수성이 있음
- 세포소기관 연구 및 당뇨연구에 세계적인 전문가들이 포석되어 있어, 본 연구에 효율적인 협력 대상(비만, 당뇨, 대사질환 관련 세포소기관 생리 및 병태생리 연구)
- 스위스 제약산업의 장점을 활용하여 산업화 과정에서 매우 유리한 여구파트너

2) 초청자(Nicolas Demaurex 교수)의 역량 및 협력연구성과

- 세포소기관 생리 및 병태생리, 칼슘 이미징 전문가
- 제네바의대 졸업(MD, PhD), 제네바의대 부학장
- 관련 논문 업적: 232편 (h-index 67)
- 지원자와 공동협력 논문: 3편

3) 초청연구실: 세계 최고 수준의 bioimaging facility

- 제네바의대 내 Bioimaging core facility는 super-resolution microscopy 등 최고 수준의 장비를 보유

(<https://www.unige.ch/medecine/bioimaging/bioimaging-core-facility>)

- Prof. Demaurex가 오랜 기간 bioimaging core facility 책임자로서 협력 연구에서 연구효율 최적화 가능

나. 공동연구자의 연구범위 및 분담

1) 연구진행 전 과정 협력 연구로 인력, 기술, 기자재, 및 재료 공급 및 지원

2) 연구인력 지원: Demaurex 교수 연구실 소속 연구원 및 lab technician 인력지원

- 3) 재료/기술지원: Cyto 및 mitoCaMPARI와 CRISPR/Cas9-based screening system
- 4) 기자재 지원: FACS sorter, Super-resolution microscopy, Electron microscopy

4. 연구성과 배분계획

- 가. 연구결과로서의 논문은 공동 교신저자로 진행
- 나. 학회 발표 역시 공동으로 진행
- 다. 특허의 경우 기여 정도에 따라 배분

5. 활용계획 및 기대효과

가. 방문국 해당분야 연구정보 수집

- 방문 연구실은 세포소기관 연구의 최신 지견을 가지고 선두하고 있는 연구그룹임
- 현재 진행중인 세포소기관 접촉부위 칼슘신호 연구와 공동 협력연구를 이미 중회의 등으로 논의를 하였으며, 방문국의 연구 정보 및 지식을 공유하여 진행 예정
- 방문연구를 통해 연구책임자의 연구역량과 성과를 향상시킬수 있을것으로 기대함

나. 방문국 연구시설 및 자원활용

- 방문 대학으로부터 visiting professor로 승인받아 비자 발급 및 체류증 준비절차를 마쳤음
- 방문 대학 시설 및 연구자원 활용 허가를 받음

다. 기술/인적 교류

- 지금까지 연구실 회의 참여 및 대학내 공식 세미나 발표 등을 하였음
- 본 연구책임자 초청으로 한국 개최 국제학회 초청연자로 발표한 경험이 있음
- 이번 방문연구기간 동안 온라인 연구회의 진행 및 추후 상호 교차 방문 추진

라. 협력 프로그램 시행 및 연구네트워크 강화/확장

- 공동연구 결과를 기반으로 국제협력 연구과제를 통해 연구 심화 및 산업화 추진
- 신약개발 산업화 과정에 공동 참여하여 연구성과 공유 및 발전

마. 연구주제 도출/후속연구 추진

- 현재 본 연구책임자가 센터장으로 있는 '세포소기관의학 선도연구센터'와 협력연구 시스템을 구축하여 지속적인 연구주제 도출과 후속연구를 추진
- 세포소기관 의학 분야의 최고 연구성과 도출을 기대함



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**
FACULTÉ DE MÉDECINE

Prof. Nicolas Demaurex

Ligne directe: 022 379 53 99
Nicolas.Demaurex@unige.ch

Kyu-Sang Park, MD. PhD,
Professor, Department of Physiology,
Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju
Gangwon-Do 26426, South Korea
(Email) qsang@yonsei.ac.kr

Geneva, June 27th, 2024

Invitation letter

Dear Kyu-Sang,

I am pleased to confirm that your invitation as visiting professor in my research laboratory at the Faculty of Medicine of the university of Geneva for one year, from September 5th, 2024 to August 31st, 2025, has been accepted by the rectorate of the university of Geneva.

Your research projects focusing on organellar interaction and stress signaling fits perfectly with the research interests of my group in cell signaling and ionic homeostasis and address important unresolved fundamental questions relevant for the treatment of inflammatory and age-related diseases.

I am convinced that the members of my research group will benefit from your wide knowledge of the physiology and pathophysiology of intracellular organelles and will be very happy to provide the best possible assistance to support your research progress. This experience will also be an excellent opportunity for you to engage in collaborations with other researchers at the University of Geneva on diverse and compelling topics.

I look forward to meeting you in September and to pursue our fruitful research collaboration.

Sincerely Yours

Pr Nicolas Demaurex

Département de Physiologie cellulaire et métabolisme
CMU - 1 rue Michel Servet - CH-1211 Genève 4
Tel. 022 379 52 12 - Fax 022 379 52 60 - www.unige.ch/medecine

연번	2	실적구분	국제공동연구	참여교수	서보암
연구제목	새롭게 밝혀진 특정 시냅스 단백질들이 시냅스 가소성의 조절과 기억 안정성에 미치는 역할				
요약문					

1. 연구개발 목표

- Hebbian 가소성 후 시냅스 단백질이 뉴런에서 항상성 스케일링 다운에 기여하는 분자적 메커니즘을 규명함
- 특정 시냅스 단백질 결핍이 AMPA 수용체의 이동과 시냅스 균형에 미치는 영향을 밝힘
- 특정 시냅스 단백질에 의해 조절되는 시냅스 스케일링이 장기 기억 형성 및 안정성에 미치는 영향을 평가함

2. 연구개발 내용 및 방법

가. 연구일정

2025. 2. 3. ~ 2025. 2. 17. 텍사스 대학교 의과대학(UTMB), 세포 생물학실 방문

나. 연구 세부내용

- 특정 시냅스 단백질 발현 변화에 따른 골지체를 통한 AMPA 수용체 이동을 영상 및 생화학적 방법으로 규명함
- 특정 시냅스 단백질들이 결핍 마우스에서 기억 형성 및 유지를 평가하기 위한 행동 및 기억 테스트를 수행함
- LTP 유도 후 시냅스 단백질 결핍 모델과 대조군에서 시냅스 강도와 안정성 변화를 조사함

3. 공동연구 수행자 간 연구범위 및 역할분담 내용

가. 주관 기관: 분자 및 세포 분석을 중점적으로 수행하며, AMPA 수용체 이동과 특정 시냅스 단백질들의 상호작용을 연구함

나. 협력 기관: 생체 행동 연구와 전기생리학적 분석을 담당하며, 동물 모델 제공 및 실험을 수행

다. 데이터 통합 및 분석: 모든 기관이 분자, 세포, 행동 수준의 결과를 통합하여 분석을 공동으로 수행함

4. 연구성과 배분계획

가. 데이터 관리: 생성된 모든 데이터는 실시간으로 협력 기관 간에 공유될 예정임

나. 논문 출판 및 지적재산권: 연구 성과는 공동으로 출판되며, 지적재산권은 각 기관의 기여도에 따라 분배함

5. 활용계획 및 기대효과

가. 학문적 기여: 기억 안정성 메커니즘에 대한 이해를 높여, 신경발달장애 연구에 중요한 기여를 할 것임

나. 실용적 응용: LARGE 또는 AMPA 수용체 이동을 표적으로 한 기억 관련 질환 치료 전략 개발 가능성을 제시함

다. 장기적 비전: 시냅스 가소성 메커니즘을 조절함으로써 지적 장애 및 관련 인지 기능 장애에 대한 새로운 치료적 전략의 토대를 마련할 것임.

Subject: Collaboration Proposal for Investigation of proteins underlying AMPA-Type Glutamate Receptor Trafficking in Synaptic Transmission

Dear Dr. Myoung-Goo Kang,

I hope this letter finds you well. I am writing to you to propose a collaborative research endeavor that aims to shed light on the fundamental mechanisms underlying AMPA-type glutamate receptor (AMPA-R) trafficking, a crucial process for synaptic transmission related to learning and memory. This proposed study also seeks to unravel the proteins contributing to the linkage between Hebbian plasticity and homeostatic synaptic plasticity in the brain, thereby enhancing our understanding of memory enhancement and stability.

The collaborative research will be conducted in partnership between our institution and The University of Texas Medical Branch (UTMB), USA. The research period is planned to span from March 1, 2022, to February 28, 2026. Our team, Department of Global Medical Science, Yonsei University Wonju College of Medicine will work closely with you and your esteemed colleagues at UTMB to unravel the intricate mechanisms governing AMPA-R trafficking and its implications for synaptic function.

The primary objective of this research is to decipher the factors that influence AMPA-R trafficking, which forms the cornerstone of synaptic transmission crucial for learning and memory processes. By investigating the interplay between Hebbian and homeostatic synaptic plasticity, we aim to identify key proteins and regulatory mechanisms that contribute to memory consolidation and stability within the brain. The outcomes of this research have the potential to provide novel insights into synaptic plasticity regulation, with broad implications for neurological and cognitive disorders.

We eagerly anticipate the opportunity to further discuss the details of this research collaboration and its potential impact. Your insights and expertise would be invaluable in shaping the direction of this study. Please let us know your availability for a discussion or a meeting, and we will be happy to accommodate your schedule.

Thank you for considering this proposal. We look forward to the prospect of fruitful collaboration and groundbreaking discoveries that will contribute to the advancement of neuroscience and our understanding of synaptic plasticity.

Sincerely,

Bo Am Seo, Ph.D.
Assistant Professor
Department of Convergence Medicine
Yonsei University Wonju College of Medicine
20 Ilsan-ro, Suite #218-2,
Wonju-si, Gangwon-do, Republic of Korea, 26426
Tel: +82 33 741 0337
Mobile: +82 10 6268 7669
Email: boamseo@yonsei.ac.kr



원주의과대학

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Bo Am Seo.

Myoung-Goo Kang, Ph.D.
Adjunct Professor
Department of Neurobiology
The University of Texas Medical Branch (UTMB),
Galveston, Texas
TEL: 832-272-0848
E-mail: mkang13@gmail.com



A handwritten signature in black ink, likely belonging to Myoung-Goo Kang.

연번	3	실적구분	국제공동연구	참여교수	정양식
연구제목	Cancer rewired metabolism towards urea cycle and nitrogen reshuffling / EI24 benefits cancer DNA repair via regulating purine <i>de novo</i> synthesis				
요약문					
1. 연구개발 목표					
<p>가. Cancer has been widely recognized for the rewired metabolic pathways to fulfill the demands of energy and molecular mass for growth and invasion. One of the most unique and important alterations is within urea cycle where nitrogen was shifted through nucleotide synthesis rather than arginine metabolism. Data conducted from Department of Biochemistry in Wonju College of Medicine showed that: 1.1. Arginine is among the most crucial amino acids for cancer cell survival across multiple cancer cells lacking rate-limiting enzyme argininosuccinate synthase 1 (ASS1) of urea cycle, 1.2. There is a novel factor namely EI24 regulating the arginine synthesis via ASS1 and sustaining cancer growth and metastasis, and 1.3. EI24 may exert the same effect to other metabolic enzymes incorporating nitrogen-containing molecule aspartate.</p> <p>나. DNA repair pathways enable tumor cells to survive DNA damage induced by chemotherapy and radiation treatments, leading to an escalating rate of acquired therapy resistance in cancer. However, the molecular mechanisms by which cancer promotes DNA repair and evades such damage have not been clearly understood. Etoposide-induced protein 2.4 homolog (EI24), located on the endoplasmic reticulum (ER) membrane, has been reported to be a stress sensor in certain stress conditions, particularly ER stress, but unknown to involve in DNA damage response. Data conducted from Department of Biochemistry in Wonju College of Medicine showed that: 2.1. EI24 rescues cancer from double-strand breaks (DSBs)-induced cell death. 2.2. EI24 induces G2/M arrest, allowing cells ample time for DNA repair. 2.3. EI24 enhances adenosine de novo synthesis by promoting the expression and activity of rate-limiting enzyme ADSS1, which provides materials for DNA repair machinery.</p> <p>다. Professor Lee Jiyoung is an assistant professor from George Washington University whose research has been extensively focusing on cancer metabolism, especially on the function of cancer metabolism to cancer metastasis. Professor Matthew Hirschey is an associate professor at Duke University whose research centers on understanding metabolic and mitochondrial signaling, with a particular focus on the role of nucleotide metabolism.</p> <p>라. The purpose of the joint research includes (but not limited to) 1. extend the current research to multiple cancer models. 2. perform metabolomic experiments to trace the fate of metabolites in urea cycle upon treatment conditions such as arginine deprivation, overexpression, or silence of the novel factor EI24. 3. perform metabolomics analysis to measure nucleotide metabolites under DNA damage conditions, with either overexpression or silencing of EI24.</p>					

2. 연구개발 내용 및 방법

가. 연구 세부내용

1) Joint research initiation

- Visiting George Washington University.
- Visiting Duke University
- Meeting to discuss research data from Wonju College of Medicine and related experiments.
- Training in urea cycle metabolomic tracing system and applicable experiments.
- Training in nucleotide metabolomic measurement and analysis and applicable experiments.
- Trial experiments on samples prepared from Wonju College of Medicine.
- Presenting plasmids and materials from Wonju College of Medicine to establish EI24-related cells and/or nutrient deprivation media in George Washington University.
- Presenting plasmids and materials from Wonju College of Medicine to establish EI24-overexpressing/EI24-knockdown chemotherapy-induced DNA damage systems in Duke University.

2) Joint research continuation

- Conducting experiments, especially metabolomic tracing in George Washington University.
- Conducting experiments, especially end-point metabolomics measurement and analysis in Duke University.
- Online meeting every two weeks to discuss research data and progression.

나. 연구방법

1) Materials

- Cancer cell lines: breast cancer, kidney cancer, lung cancer, liver cancer (Wonju College of Medicine), and breast cancer, liver cancer (George Washington University and Duke University).
- Nutrient deprivation culture media.
- Urea cycle enzyme inhibitors.
- ASS1 plasmids.
- DNA-damaging agents.
- Nucleotide synthesis inhibitors.
- EI24-overexpressing plasmids, adenovirus, and EI24 siRNA.

2) Methods

- In Wonju College of Medicine (Yangsik Jeong's lab)
- Cell culture
- Cell viability assay
- Invasion assay
- Quantitative polymerase chain reaction (qPCR)
- Western blot
- Co-immunoprecipitation (Co-IP)
- Enzymatic activity assays

- Protein synthesis assay
- Comet assay
- Homologous recombination and non-homologous end joining DNA repair assays
- In silico analysis
- In George Washington University (Jiyoung Lee's lab)
- Metabolomic tracing experiments under treatments of interest.
- Endpoint metabolomic experiments measuring tricyclic acid cycle metabolites.
- In Duke University (Matthew Hirschey's Lab)
- Endpoint metabolomic experiments measuring urea cycle and nucleotide metabolites

3. 공동연구 수행자 간 연구범위 및 역할분담 내용

- 가. Wonju College of Medicine (Yangsik Jeong's lab) is responsible for conceptualizing the study and conducting in vitro and in silico experiments described above, as well as writing the manuscript.
- 나. George Washington University (Jiyoung Lee's lab) is responsible primarily for training and conducting metabolomic tracing experiments that are currently not available in Wonju College of Medicine's laboratories, as well as expanding and cross-checking the study findings in their cancer cell models.
- 다. Duke University (Matthew Hirschey's Lab) is mainly in charge of training and conducting nucleotide metabolomics measurements and analysis, capabilities that are currently unavailable in the laboratories at Wonju College of Medicine.


4. 연구성과 배분계획


- 가. Within joint research continuation phase, research results will be shared and discussed biweekly through online meeting.
- 나. Research results will be combined in related manuscripts with co-authorship belong to contributing researchers from the three laboratories.


5. 활용계획 및 기대효과

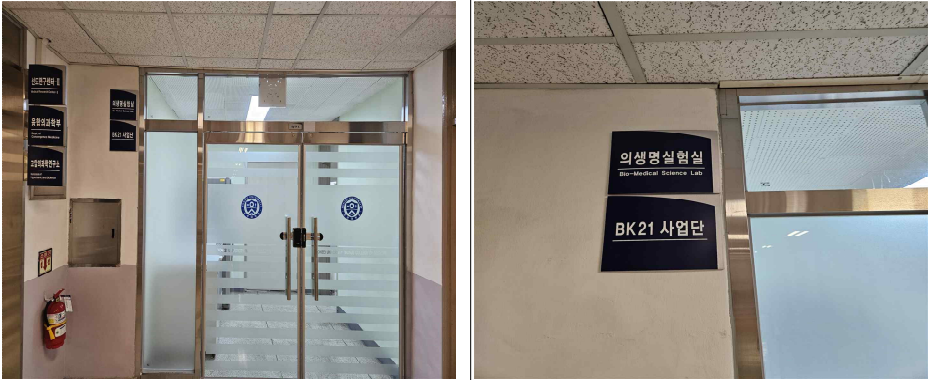
- 가. The joint research is expected to strengthen the novel finding in urea cycle and nitrogen reshuffling in cancer with metabolomic tracing data directly presenting the biochemical alterations in cancer cells. The collaborative research also seeks to strengthen recent finding on EI24's role in regulating nucleotide metabolism under chemotherapy-induced DNA damage. By employing metabolomic analysis, the research aims to uncover biochemical changes in cancer cells, validating a novel mechanism behind cancer's resistance to chemotherapy.
- 나. In general, it also helps generalize the studies in multiple cancer models across independent institutes, and pave a way for further collaborations in the future.

4. 연구환경 개선 실적

구 분 1	내 용		
개선장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 401호	의생명실험실	30명이상
구입 물품	Rocker Shaker		
시설장비 용도	<div>-생물배양을 주목적으로 하는 장비로 배양, 각종 혼합, 추출등에 이용</div> <div>-위,아래로 움직이며 물질을 혼합</div>		
장비사양 및 사진	<div>-5~50rpm</div> <div>-angle: +/- 6 or 9</div> <div>-Digital LCD</div> <div>-free voltage</div>		
연구연량 향상에 따른 성과예상	<div>-신임 교수 BK연구실 구축에 필수 장비로 활용</div> <div>-연구실 확장을 통한 BK21 대학원생 연구환경 개선</div>		
성과창출방안	연구실 공간 및 연구장비 구축을 통한 연구력 향상 제고		

구 분 2	내 용		
개선장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 401호	의생명실험실	30명이상
구입 물품	Orbital shaker		
시설장비 용도	-생물배양을 주목적으로 하는 장비로 배양, 각종 혼합, 추출등에 이용 -원을 그리며 움직이며 물질을 혼합		
장비사양 및 사진	<div>-1~300 rpm -Orbital motion -350 x 350 -230v</div>		
연구연량 향상에 따른 성과예상	-신임 교수 BK연구실 구축에 필수 장비로 활용 -연구실 확장을 통한 BK21 대학원생 연구환경 개선		
성과창출방안	연구실 공간 및 연구장비 구축을 통한 연구력 향상 제고		

구 분 3	내 용		
개선장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 401호	의생명실험실	30명이상
구입 물품	시약 냉장고		
시설장비 용도	-의생명실험에 요구되는 시약, 시료 냉장보관 목적 -정밀한 온도제어를 통한 시료 안전성 확보		
장비사양 및 사진	-냉장전용(온도범위0~10℃) -천장LED 조명 -540L, 1도어 -스탠드형		
연구연량 향상에 따른 성과예상	-신임 교수 BK연구실 구축에 필수 장비로 활용 -연구실 확장을 통한 BK21 대학원생 연구환경 개선		
성과창출방안	연구실 공간 및 연구장비 구축을 통한 연구력 향상 제고		

구 분 4	내 용		
개선장소	세부장소(건물명, 호수)	연구실명	사용인원
	의학관 401호	의생명실험실	30명이상
구입 물품	부착형실사인, 유리문엠보선틱		
구입이유 및 개선사항	-유리문엠보선틱 처리를 통한 내외부 시야 분리 목적 -연세대학교 로고 적용 및 건물 각층별 기존 유리문 및 간판과의 양식 통일		
개선 장소 사진			
환경개선에 따른 효과	부착형 간판 도입으로 실험실 위치파악 용이 -선틱처리를 통해 실험공간 및 공용공간 분리하여 공간활용성 극대화		