BioIN 미래를 선도하는 정보 인프라!!
Biotech INformation Portal
http://www.bioin.or.kr

BT분야 전문가가 바라본 분야별 동향을 소개합니다.

BioINpro

BioIN + Professional

초고령화 대응 노화과학 R&D 현황



2022년 KRIBB 워킹그룹

국가생명공학정책연구센터
National Biotech Policy Research Center

초고령화 대응 노화과학 R&D 현황

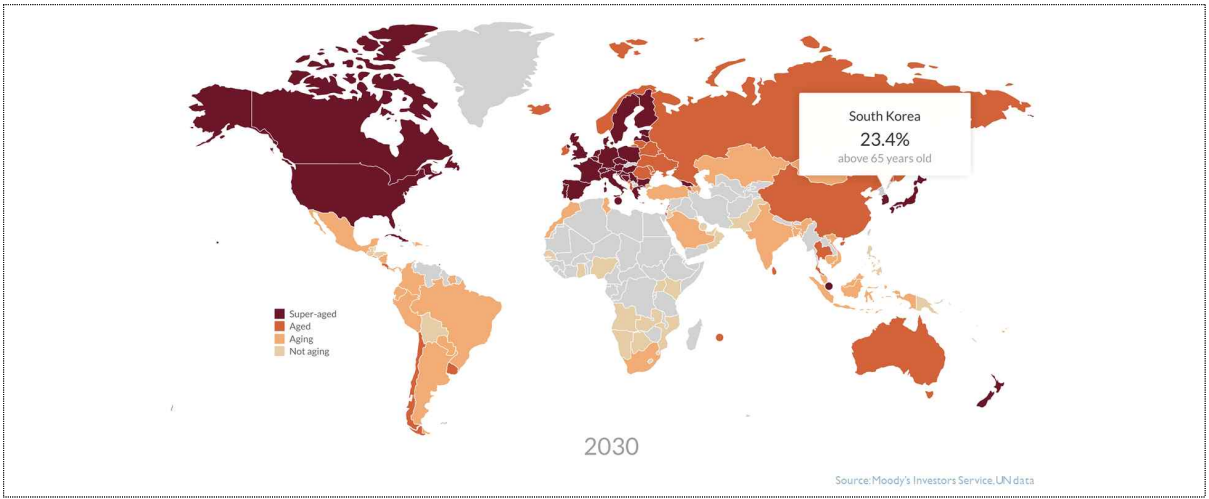
저자 : 한국생명공학연구원 노화 WG[1)]

1 개요

◘ 글로벌 이슈인 '고령화'

- UN은 65세 이상을 '노인'으로 규정하고 노인 인구가 전체 인구 중에서 차지하는 비율이 7% 이상이면 '고령화사회(aging society)', 14% 이상이면 '고령사회(aged society)', 20% 이상이면 '초고령사회(super-aged society)'로 분류
  - 'World Population Prospects : 2019 Revision'에 따르면, 2019년 전 세계 인구 11명 중 1명(9%)이 노인이고, 2050년까지 6명 중 1명(16 %)이 65 세 이상 노인이 될 것으로 예상
  - 사회적으로는 저출산 현상과 맞물려, 생산가능인구의 저하로 인해 노년부양비율*이 가파르게 상승하고 있음

* 노년부양비율은 생산가능인구 100명이 부담해야 하는 노인인구 수를 의미하며, 2015년 17.9명에서 2060년이면 80.6명으로 4배 이상 증가할 것으로 전망



출처 : Moody's Investors Service

[그림 1] 2030년 국가별 노화정도 전망

◘ 노화과학 R&D의 정의

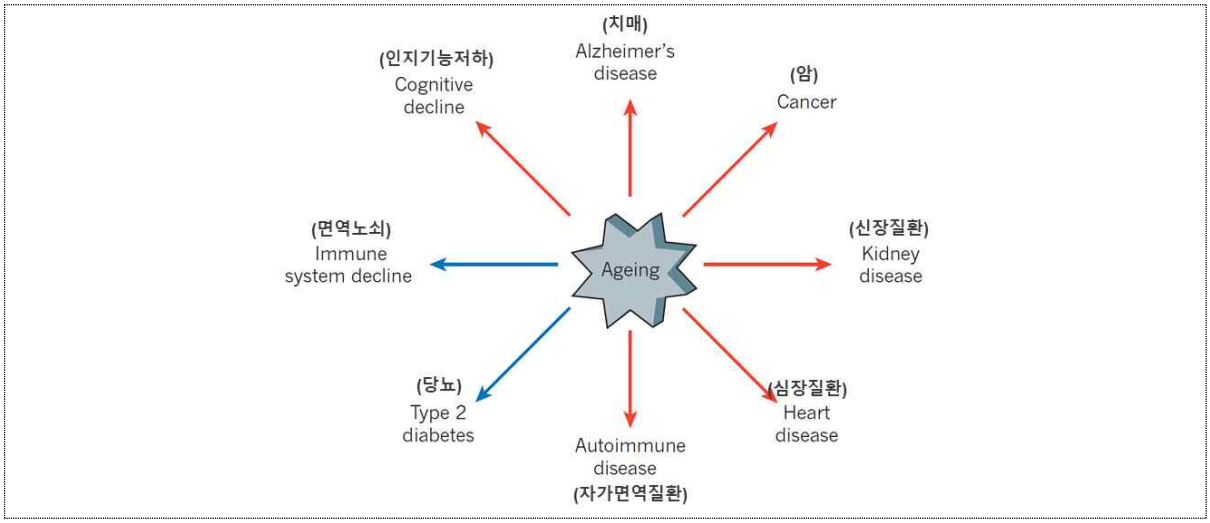
1) 한국생명공학연구원 노화융합연구단 이광표 외 14명

- 노화란 시간이 흐름에 따라, 점진적으로 생명체의 기능이 떨어지며, 생명력, 생식력 또한 감소하면서 종국에는 죽음에 이르게 되는 일련의 생물학적 현상을 의미함
  - 지난 수십 년간 과학자들의 연구로 인해 노화에 관련된 수많은 유전자와 작용 기작이 알려짐에 따라, 노화란 누구도 피할 수 없는 것이 아니라, 치료 혹은 늦출 수 있는 질병으로 보는 발상의 전환이 필요함

◘ 고령화 대응 노화과학 R&D의 필요성

- 노화는 고혈압, 암, 당뇨, 심혈관 질환 등 노인성 질환의 선행질환이라고 할 수 있음
  - 한국인 노인 사망 2위인 심뇌혈관 질환의 경우 당뇨병이 선행질환인 것은 잘 알려진 사실이고, 당뇨환자의 경우 관리와 치료를 하지 않으면 심뇌혈관 질환으로 사망에 이를 수 있음. 하지만, 거의 모든 만성질환의 선행질환이 노화인 것은 무시당하고 있는 상황임
  - 한국인의 경우 노인성 만성질환 유병률이 ~90%로, 높은 만성질환 유병률이 건강수명 감소 및 노년의 삶의 질 저하의 원인임. 따라서 노화의 예방, 관리, 치료를 통해 만성질환 유병률 감소 및 건강수명 증진이 가능할 것임
- 노화는 노인성 질환의 공통 위험 요소로, 발병한 노인성 질환의 개별적인 대응보다 공통요소인 노화를 극복함으로서 전체 노인성 질환의 예방 및 발병을 지연시키는 건강수명 증진 연구가 필요함
- 실제로 더이상 노화는 피할 수 없는 자연현상으로 치부될 것이 아니라, 과학기술의 개발을 통해 충분히 역전이 가능하다는 인식으로 시각이 변화하고 있음
  - **국제보건기구 WHO는 2018년** ICD-11(International Classification of Diseases-11)의 **질병통계 분류에 노화(old age)에 질병코드 MG2A를 부여**하는 등 노화를 예방과 치료가 가능한 질병으로 포함
- 해외 선진국에서는 노화극복 임상연구(first in class)를 목표로 정부 및 글로벌 기업에서 노화극복연구가 경쟁적으로 진행 중임. 경제적으로는 전세계적 고령화로 인한 기존에 없던 새로운 시장 및 건강노화 산업이 발생하고 있음
  - 고령화 대응 노화과학 R&D 사업의 경우 개인에게는 건강노화로 인한 행복한 노년의 삶을 제공하고, 생산 가능 인구로 재진입이 가능할 것이며, 국가적으로는 건강노화 신시장 창출 및 고령 의료비 절감을 통한 국가재정 안정화에 기여할 것임
- 다양한 미래보고서에서는 항노화 기술을 미래 유망 기술로 선정하고, 각국은 항노화 시장을 선점하기 위해 사력을 다하고 있는 실정임
  - 2016년 Science지는 노화세포제거 기술을 Breakthrough of 2016으로 선정하고, MIT Technology Review에서는 2018 가장 유망한 10대 기술로 선정함
  - 2019년에 노화세포 제거 기술은 폐섬유화증 환자, 당뇨성 신장질환 환자들 대상으로 임

상을 실시하여, 긍정적인 효과를 검증하는 등 기술 선점을 위한 치열한 국제 경쟁이 벌어지고 있음



출처 : Johnson et al., 2013, Nature

[그림 2] 노화는 선행질환

2 주요 동향 및 이슈

2.1 해외 노화과학 R&D 동향

◘ 항노화 기술 현황

- 고령화에 맞춰 노화연구 및 관련 기술 개발도 속도를 더하고 있는데, 노화 연구의 결과가 축적되면서 노화 현상에 대한 이해가 깊어졌고, 다양한 수명연장 실험에서 의미 있는 결과가 나오고 있음. 이러한 결과들이 노화에 대한 인식을 바꾸고 있고, 건강수명 연장에 대한 기대감을 높이게 하고 있음
  - 최근 발표된 결과들을 살펴보면, 젊은 피 수혈, 혈액 내 역노화인자, 노화세포 제거, 다중오믹스 기반 노화 예측 및 질병 진단, 장내미생물과 수명 등 다양한 노화 제어 전략을 바탕으로 연구가 활발히 진행되고 있음
- 세계 헬스케어 시장 규모가, 반도체·자동차를 합친 것보다 커지고 있는데, 미래의 먹거리 산업이 고령친화산업으로 인식되면서 항노화 및 노인성 질환 치료를 위한 스타트업 기업들이 창업함

[표 1] 세계 anti-aging 스타트업 현황

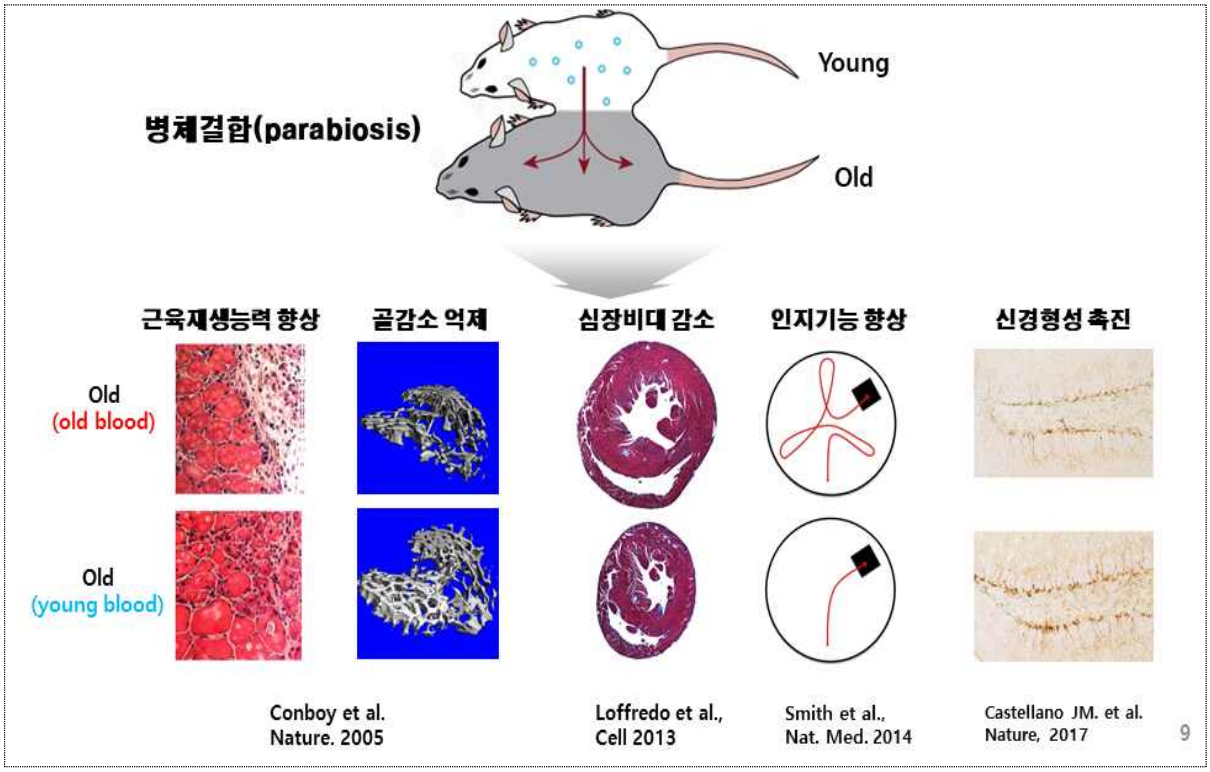
#	Name	Country	Funding	치료전략
1	Samumed	USA	$658M	소분자 기반 Wnt 경로를 조절하는 후보물질을 발굴하고 조직재생을 위한 의료 연구 및 개발. 다양한 퇴행성 질환, 재생 의학 및 종양학을 다루는 치료제 개발.
2	Human Longevity	USA	$300M	게놈 기반의 기술 기반 회사. 유전자와 질병의 관계를 밝히기 위한 전체 게놈, 표현형 및 임상 데이터에 대한 세계 최대 규모의 가장 포괄적인 데이터베이스 구축 중.
3	Celularity	USA	$290M	암과 암성 및 퇴행성 질환 치료를 위해 줄기세포 이용. 다양한 치료 잠재력을 가진 인간 태반에서 생물학적으로 활동성이 있는 새로운 세포를 발견하고 이를 기반으로 치료제 개발
4	BlueRock Therapeutics	Canada	$225M	유도만능줄기세포(induced pluripotent stem cell, iPSC)를 이용한 재생의학 세포치료제 개발.
5	Unity Biotechnology	USA	$208.3M	노화로 인한 질병(관절염, 안과질환, 폐질환)에 대한 국소 치료방법을 개발. 선택적인 노화세포제거를 위한 세놀리틱스 개발.
6	Juvenescence	UK	$162.3M	AI 플랫폼을 활용해 노화 방지, 수명 연장과 관련된 신약 개발
7	Osiris Therapeutics	USA	$65M	줄기세포를 이용한 상처치료, 정형외과 및 스포츠 의약 용 제품 개발.
8	resTORbio	USA	$65M	resTORbio는 노화 관련 질병 치료를 위한 새로운 치료제 개발. TOR 단백질 활성을 억제하는 라파마이신 기반 약물을 개발.
9	Insilico Medicine	Russia	$51M	AI 플랫폼을 기반으로 질병 치료제의 후보물질 발굴. 인간의 생산 수명을 연장하고 제약 산업을 변화시키는 것을 목표로 함.

#	Name	Country	Funding	치료전략
10	Alkahest	USA	$50M	노화로 인한 활력과 기능을 향상시키기 위해 혈액과 그 성분을 기반으로 치료법을 개발. 인지 기능 장애와 치매에 중점을 두고 노화 질환 치료제 개발에 중점
11	Life Biosciences	USA	$50M	자체적인 AI 플랫폼 개발하여 노화 관련 증상에 대한 독자적인 치료법과 기술을 개발.
12	Calico	USA	$1.5B	노화의 비밀을 알아내 인간의 수명을 획기적으로 연장하는 것이 목표. 벌거숭이두더지쥐, 효모 등의 실험동물을 통해 인간의 수명연장을 위한 R&D추진.
13	Alzheon	USA	$37M	알츠하이머병, 기타 신경 및 정신 장애로 고통 받는 환자를 위한 혁신적인 의약품 개발
14	Neuraly	USA	$36M	신경 퇴행성 장애 및 노화제어 위한 치료제 개발
15	Elysium Health	USA	$28.2 M	건강수명 연장을 위한 건강 보조제 개발
16	Nuritas	Ireland	€ 23.9M	인공 지능과 유전체학을 결합하여 건강수명을 위한 천연 생체 활성 펩타이드 개발
17	Bioquark	USA		인간 장기 및 조직의 재생 및 복구를 위한 독점적인 조합 생물학적 제품을 개발. 재생 및 복구를 유도하는 미세 환경을 생성 할 수 있는 생물학적 제제 개발에 초점
18	Telomere Diagnostics	USA		텔로미어 기반 건강수명 연장을 위한 분자 진단 및 정밀 의학 회사
19	Oisin Biotechnologies	USA		세포 내부의 생화학에 기반을 두고 노화세포를 파괴할 수 있는 프로그램 가능한 유전자 치료방법 연구 개발
20	Elevian		$5.5M	노화 관련 질병을 치료하고 예방할 수 있는 잠재력을 가진 혈액 내 단백질 개발하여 노인성 질환 예방 및 치료제를 개발
21	Advancells	India		인간 줄기세포를 이용한 노인성 질병 치료제 개발
22	BioViva	USA		근육과 조직을 재생하는 노화 역행 유전자 치료법을 개발
23	GERO	Singapore		건강수명 연장을 위한 물리학 및 데이터 기반 기술 개발
24	ROKIT Healthcare	South Korea		3D 바이오 프린팅 및 자가 줄기 세포를 이용해 인간 조직과 장기의 기능을 재생하고 복원하는 기술 개발
25	Rejuvenate Bio	USA		노화 방지를 위한 유전자 요법 개발
26	Libella Gene Therapeutics	USA		알츠하이머 병과 노화를 치료하는 텔로머라제 요법(hTERT 유전자 요법) 개발
27	Edifice Health	USA		노화 과정을 변화시키는 데 도움이 되는 새로운 인공 지능 기반 기술 개발
28	Deep Longevity	USA		AI가 발견한 노화 바이오 마커를 통해 생명연장 기술 개발

출처: https://www.medicalstartups.org/top/aging/

◘ 젊은 피 수혈과 혈액 내 역노화 인자

- 젊은 피가 노화를 억제할 수 있다는 가설은 늙은 쥐와 어린 쥐의 혈관을 외과적 수술을 통해 순환계를 공유했을 때(병체결합, parabiosis) 관찰된 실험 결과 때문인데, 젊은 쥐와 순환계가 공유된 늙은 쥐는 인지 능력과 신체 능력이 향상됨
  - 또한 젊은 쥐에서 추출한 혈장을 늙은 쥐에 주입하면 기억력과 학습능력이 향상된다는 결과가 발표됨



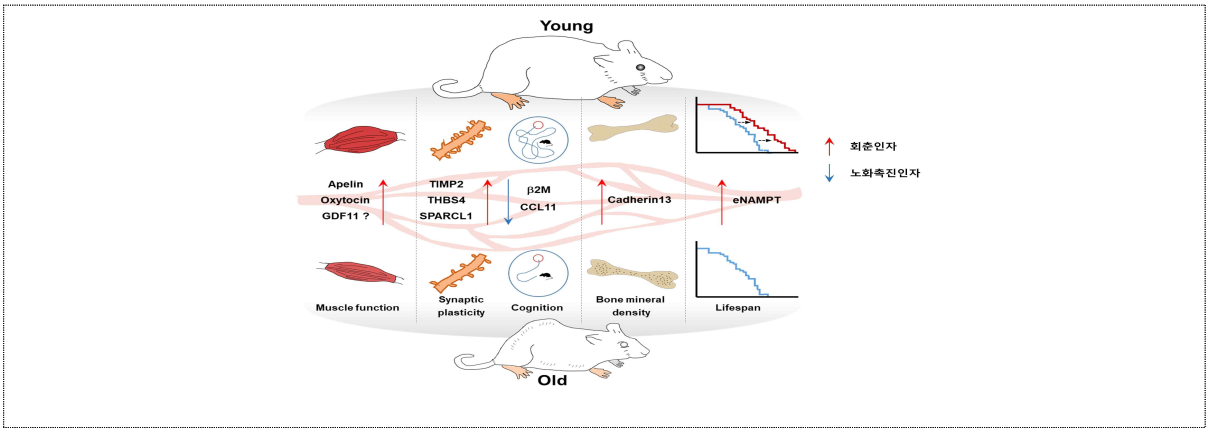
출처 : 집필진 작성, Nat 2005, 2017, Cell 2013, Nat Med 2014

[그림 3] 젊은 피와 늙은 쥐의 병체결합을 통한 신체기능 변화

- 2017년 미국 캘리포니아 몬트레이 소재 스타트업인 암브로시아(Ambrosia)는 혈액의 생체 성분인 젊은 혈장 수혈을 리터당 8,000달러에 판매한 사례가 있으나, 많은 사람들이 사람의 혈액을 사고파는 데 대해 우려를 표명하고 있으며 과학자들은 암브로시아의 임상실험이 치료 효과가 있다는 것에 반론을 제기하는 상황임
- 스탠퍼드 대학교 토니와이스 코레이 박사는 바이오벤처기업 '알카에스트(ALKAHEST)'를 설립하여 젊은 피 수혈의 임상시험을 진행함. 젊은 사람의 혈액에서 혈장을 분리하여 18명의 치매환자에게 수혈을 수행했고 2017년 첫 시험결과가 발표되었는데, 젊은 사람의 혈장을 수혈한 치매환자는 인지기능에서 뚜렷한 차이는 없지만 일상 생활능력이 개선되었음

◘ 혈액 내 회춘인자 기반 노인성 질환 예방 및 치료제 개발

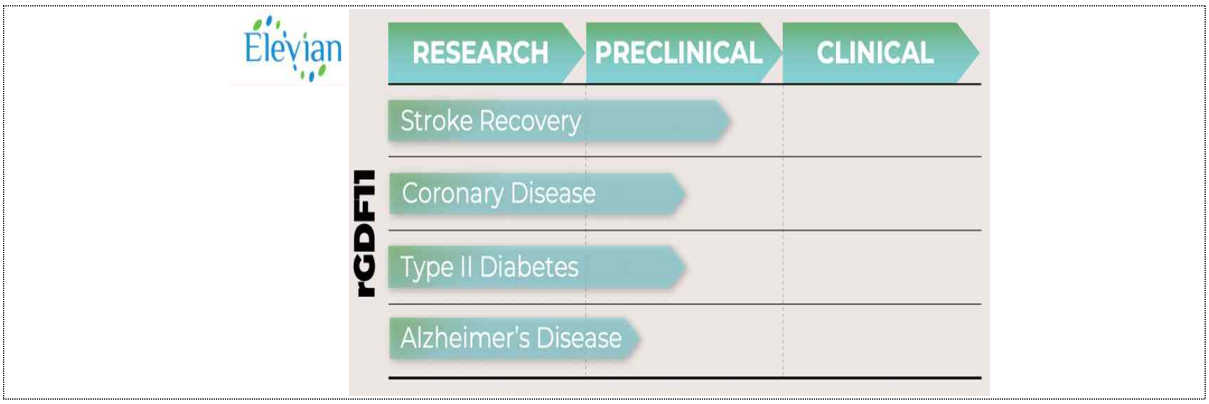
- 젊은 피 수혈은 윤리적인 문제와 부작용뿐 아니라 노화에 대한 임상 시험 수행이 어렵기에, 연구진들은 혈액 내 회춘인자 및 노화촉진 인자를 발굴하고 이를 노인성 질환 치료 및 예방을 위한 기술개발을 진행 중임



출처 : Kang et al. Aging, 2020

[그림 4] 노화조절인자의 효능

– 미국 하버드대 에이미 웨이저스와 리 루빈 연구진은 병체결합 연구를 통해서 GDF11이 핵심적인 회춘인자라는 것을 2013년 처음으로 발표함. 이러한 결과를 바탕으로 바이오벤처 기업인 엘러비안(Elevian)이 설립되었고, 연구진들은 GDF11을 이용한 심장질환, 당뇨병, 치매 치료제를 개발 중임



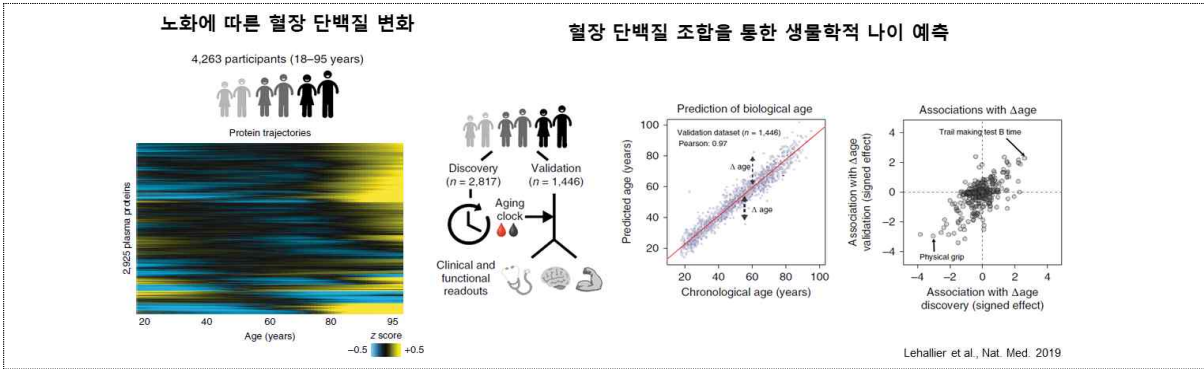
출처 : https://www.elevian.com/#elevian-pipeline

[그림 5] 엘리비언 파이프라인

– 2017년에 미국 스탠퍼드 대학 연구진은 신생아 탯줄 혈액에 존재하며 노화에 따라 혈액 내 감소하는 팀프2(TIMP2: tissue inhibitor of metalloproteinases 2)를 발굴함

◘ 다중 오믹스분석 기술을 통한 노화예측 및 노화제어 타깃 발굴

- 노화는 신체의 기능적 퇴행으로 인한 만성질환 유발의 주요한 위험인자이기에, **노화를 측정할 수 있는 바이오마커가 존재한다면 생물학적 나이에 따른 만성질환의 예방에 큰 기여를 할 것임**
  - 최근 오믹스 분석 기술의 발달로 혈장 및 조직에서 노화에 따라 변화하는 분자들을 다양하게 분석하여 발표되고 있는데, 이러한 결과들은 향후 인체 노화지표 및 건강 상태를 측정할 수 있는 시스템이 구축하는 데 큰 기여를 할 것임
- 혈액 내 많은 단백질들은 조직 내 세포에서 분비되어 여러 장기의 기능을 조절한다고 잘 알려져 있고, 이러한 단백질 중에는 노화에 회춘인자 혹은 노화촉진인자가 존재한다는 가설이 증명되고 있음. 혈액 내 단백체 분석은 노화 바이오마커뿐 아니라 새로운 노화 조절인자를 발굴하고 노인성 질환 치료제 개발에 활용될 수 있음
  - 스탠포드 토니 와이즈 코레이 연구진은 사람과 생쥐의 나이별 혈장 단백질 2,925개를 분석하여 발표하였는데, 이 연구 결과에 따르면 나이가 들어감에 따라 단백질들은 다양한 패턴으로 변화한다는 것을 알 수 있음



출처 : Nature medicine. 2019

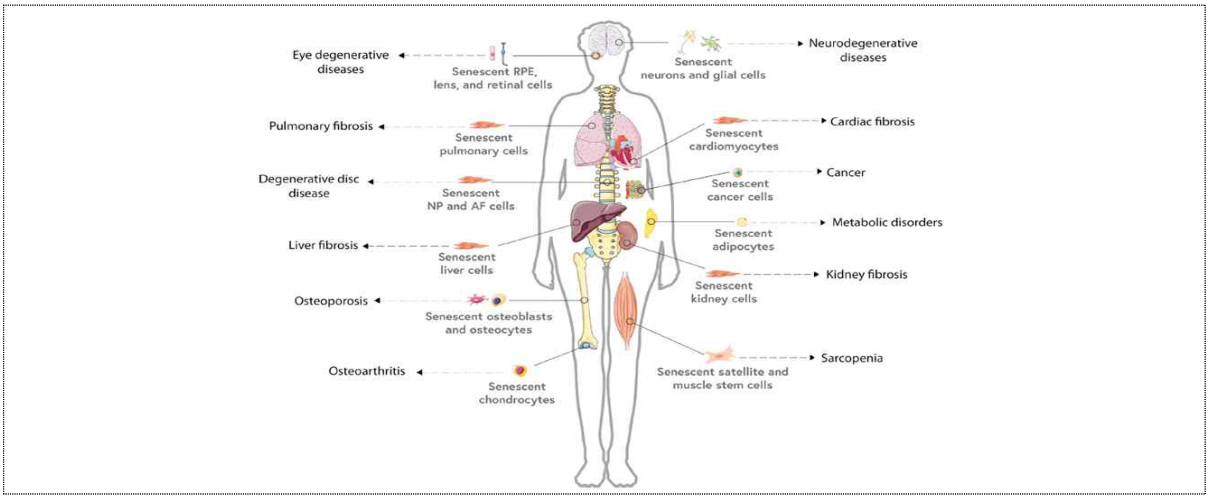
[그림 6] 노화에 따른 사람 혈장 단백질의 변화

- 독일 막스플랑크 노화생물학연구소와 네덜란드 라이덴대 의료센터 연구진은 4만 4168명의 혈액 샘플에서 혈장 대사체 분석을 통해 노화와 관련된 14개의 바이오마커를 찾았다고 2019년에 발표함. 이 연구 성과는 혈액검사를 통해 개개인의 생물학적 나이를 결정하고 노인의 상태를 진단하는 데 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있음

- 미국 스탠포드 대학교의 연구에 따르면 수명연장 및 노화지연을 위해서 개인의 노화 유형 분석 및 개인 맞춤형 정밀의학이 필요하다는 것을 시사하고 있음
  - 마이클 스나이더 연구팀은 개인노화에 패턴을 연구하기 위해 29~75세 106명으로부터 2년간 여러 번의 인체 시료(혈액, 대장 미생물, 코의 미생물)에서 다중 오믹스 분석(단백체, 대사체, 전사체 등)을 수행하여 개개인의 노화 패턴을 분석하였음. 연구결과에 따르면 사람들은 크게 4가지 노화유형(대사성, 면역성, 간성, 신장성)으로 분류가 되었고, 생활방식의 변화는 노화유형을 바꿀 수 있다고 말하고 있음

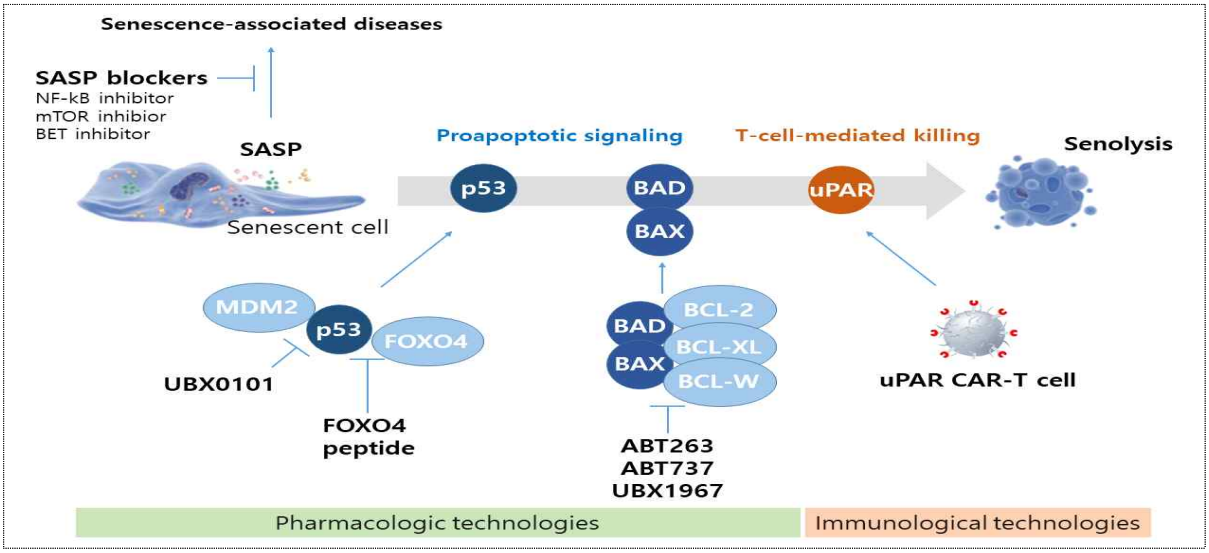
◘ 노화세포 제거를 통한 수명연장 및 질병 예방

- 인체는 노화가 진행됨에 따라 세포주기가 정지된 노화세포가 축적되는데, 이러한 상태가 지속되면 만성적 노화세포가 되어 주변 환경에 많은 악영향을 미쳐 다양한 노인성 질환 발병에 관여한다고 알려져 있음. 이러한 이유에서 **노화세포를 제거하는 것이 새로운 항노화 및 질병 치료 전략으로 제시**되고 있음
  - 미국 메이오 클리닉의 반 두어슨 연구진은 노화세포를 제거하는 할 수 있는 유전자 조작 생쥐 모델을 제작하여 조로 생쥐와 자연 노화 생쥐에서 수명연장 효과를 검증하여 2011년과 2016년에 네이처 논문에 발표함. 이러한 연구결과가 검증되면서 노화세포를 제거 할 수 있는 약물 개발이 진행되고 있는데, **노화세포를 제거할 수 있는 후보약물들을 세놀리틱스(senolytics)라고 명명**함



출처 : Trends in Cell Biology. 2020

[그림 7] 세놀릭틱스의 노화세포 제거 기전



출처 : 바이오인 2020

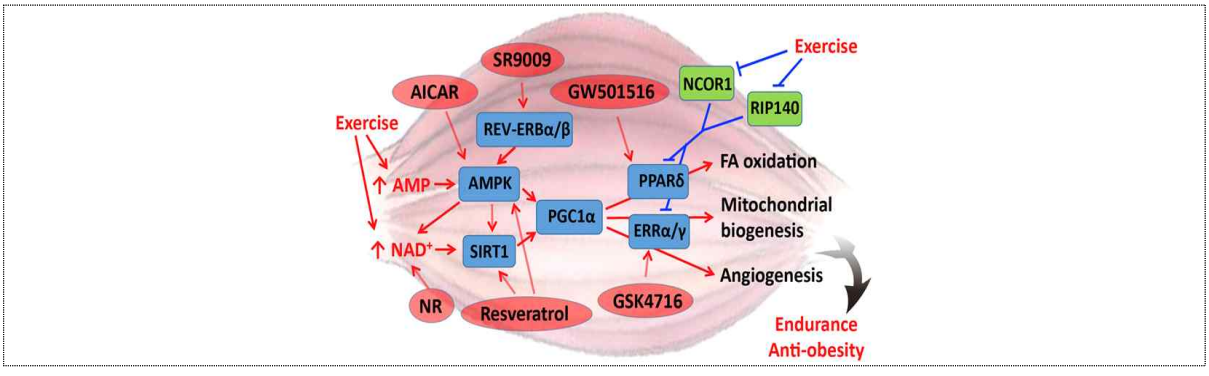
[그림 8] 노화세포제거 기술

노화제어 약물 개발

- 최근에는 **노화의 원인을 치료하는 약물개발이 활발**히 이루어지고 있음
  - 메트포르민(Metformin)은 AMP-activated protein kinase(AMPK)를 활성화 시키는 약물로 당뇨병 치료제로 잘 알려져 있음. 미국 알버트 아인슈타인대학교의 노화방지 연구진은 지난 2014년 영국인 18만 명의 의료 기록을 조사해 메트포르민을 복용한 환자의 사망률이 다른 약물을 복용한 환자보다 낮은 것을 보고함. 미국 바질라이 연구진은 2019년에 메트포르민의 임상시험인 TAME(Targeting Aging with Metfromin Trial) 프로젝트를 시작하였고, 70~80세인 3000명을 대상으로 5~7년에 걸쳐 수명연장 및 질병 예방에 효능이 있는지 평가할 계획임
  - 미국 National Institute on Aging(NIA)는 새로운 노화제어 후보약물을 개발하기 위해 Interventions Testing Program(ITP)를 수행하고 있음. ITP의 목표는 후보약물(약물, 영양제, 식품, 식이요법, 식이보조제, 식물 추출물, 호르몬, 펩타이드, 아미노산, 항산화제, 혼합물 등)이 수명을 연장하고 질환의 발병을 지연하는지 생쥐모델에서 평가하는 것으로, 실험은 미시간 대학교, 텍사스 건강과학센터, 잭슨 연구소에서 수행함. 2021년에는 약 5개 신규 후보물질을 평가할 계획임

노화제어 운동모방 약물 개발

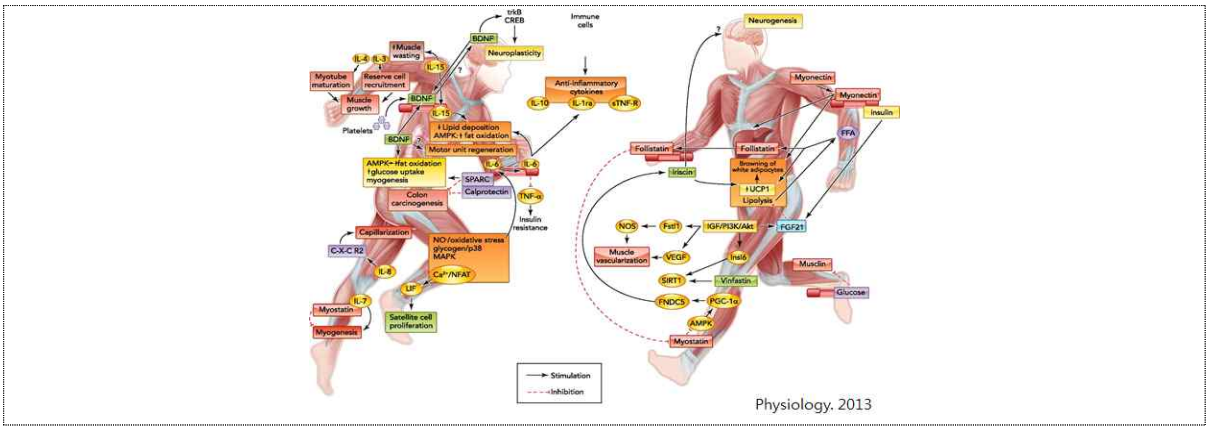
- 운동은 이미 여러 연구결과들을 통해서 만병통치약이라고 불릴 정도로 확실한 건강수명의 지름길임. 운동은 노화를 억제하고 건강수명 연장에 기여한다고 잘 알려져 있는데, 이를 활용한 **육체운동을 모방한 운동모방약이 노화 및 노인성 질환을 제어할 수 있는 새로운 대안으로 제시**되고 있음
  - 현재까지 AMPK activator인 AICAR, PPARdelta ligand인 GW501516, REV-ERBa ligan인 SR9009, SR9011들이 생쥐모델에서 운동효과와 유사한 효능을 나타냄
  - 하지만 아직까지 FDA 허가된 운동효과 약물은 전무한 실정으로, 운동능력이 상실된 노인이나 병상의 환자들을 위해 운동 없이도 운동효과를 보일 수 있는 약물의 개발이 절실히 필요함



출처 : Cell Metabolism. 2017

[그림 9] 운동효과 모방 약물

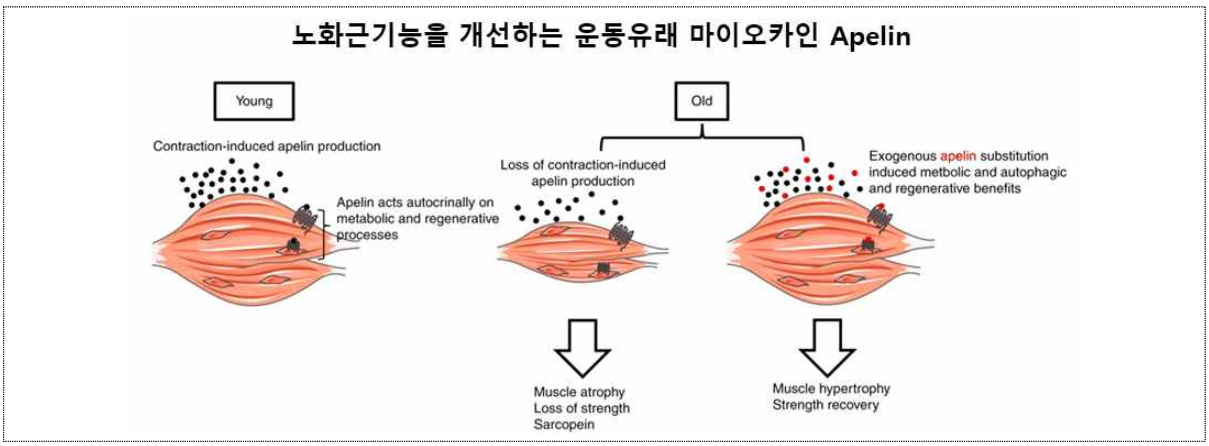
- 운동의 효과는 잘 알려져 있지만 **아직까지 운동효과의 기전은 잘 밝혀져 있지 않음**
  - 근육은 운동을 담당하는 생체 기관임과 동시에 운동에 의해 가장 많은 변화를 겪는 기관으로, 운동에 의해 근육은 수백 개의 근육유래인자(단백질, 호르몬, 대사물질, miRNA)를 분비함. 근육 재생 및 지방세포의 대사 조절, 간, 뼈, 신경계의 생체 활력 유지에 중요한 분비기관이라는 사실이 밝혀지고 있음



출처 : Physiology. 2013

[그림 10] 운동에 의해 분비되는 근육유래인자와 효능

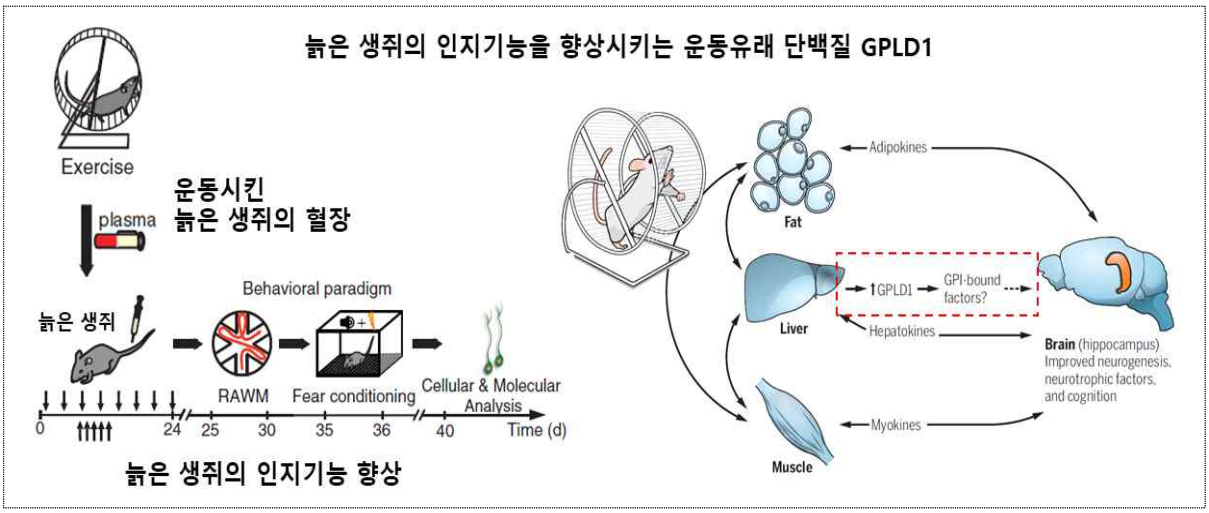
- **전 세계적으로 새로운 근육유래인자를 발굴하고 그 기능을 밝히는 연구가 활발히 진행 중**으로, 이러한 근**육유래인자를 기반으로 노화제어 및 노화성 질환을 예방 치료할 수 있는 바이올로직스가 개발될 것으로 기대**하고 있음
  - 최근 연구진들이 규명한 혈액 내 운동유래 단백질들이 늙은 생쥐의 근육과 뇌의 인지기능을 개선시킨다는 연구결과들을 발표하였고, 프랑스 폴사바띠에 대학의 세드릭 드레이 박사 연구진은 노화되면서 감소하지만 운동하면 증가하는 아펠린(Apelin)을 발굴하여, 노화성 근감소증의 증상을 완화시키고 운동능력을 향상하는 효능을 확인함



출처 : Nature Medicine. 2018, Science. 2020

[그림 11] 운동유래 마이오카인 apelin의 근육에서 효능

– 미국 캘리포니아 주립대의 신경과학자 솔 빌레다 박사 연구진은 운동시킨 늙은 생쥐의 혈장을 다른 늙은 생쥐에 주입하면 인지기능이 개선된다는 사실을 밝혔음. 늙은 생쥐의 운동 혈장의 단백체 분석을 통해 GPLD1 단백질이 운동을 하면 간에서 혈액으로 분비되어 인지기능 향상을 매개한다는 것을 규명하였는데, 이러한 결과들은 혈액 내 운동유래 단백질이 노화 및 노인성 질환 예방과 치료에 중요한 타깃임을 시사함



출처 : Nature Medicine. 2018, Science. 2020

[그림 12] 운동유래 GPLD1의 뇌에서 효능

◘ 글로벌 IT기업의 노화 연구

- 고령화로 인해 제약회사 못지 않게 글로벌 IT 대표 기업들도 건강노화 및 수명연장을 위해 투자를 하기 시작함
  – 많은 기업들이 노화연구에 대한 관심을 표명하며 대규모 투자가 이루어진 만큼 향후 가시적인 성과가 나올 것으로 기대하고 있으며, 이에 따라 항노화 산업의 시장 규모도 크게 증가할 것으로 전망됨

[표 2] 글로벌 IT 기업들의 투자 동향

#	투자기업	연구기관	연구분야	투자금액
1	Google	Calico	노화방지	7억 5천만 달러
		23andMe	파킨슨병	1억 5천만 달러
2	MS	Allen Institute	뇌과학, 암정복	7억 9백만 달러
3	Facebook	Breakthrough Initiative	뇌과학	매년 300만 달러

#	투자기업	연구기관	연구분야	투자금액
4	Amazon	Grail	신경질환, 암정복	1억 달러
5	SAP	Dievini Hopp Biotch Holding Gmbh & Co.KG	파킨슨병, 인공장기	4억 7천만 달러
6	Oracle	Ellison Medical Foundation	노화방지	4억 3천만 달러
7	PayPal	Methuselah Foundation	노화방지	3천5백만 달러

출처: 생명공학백서. 2019

2.2 국내 노화과학 R&D 동향

국내 노화분야 R&D 과제 현황

- 국내 노화 분야 과제의 수는 성장하고 있는 추세이며, 연속적으로 수행하는 과제가 대부분임
  - 노화분야 과제 수는 최근 2배가량 양적으로 성장하였음. 그러나 신규과제의 수는 2017년에 비해 감소하였기 때문에, 노화 분야 과제의 양적 성장은 지속적인 신규과제의 발굴보다는 계속 과제의 지속에 의한 것으로 보임
  - 노화 분야 과제를 수주한 전체 과제책임자 중 3년 이상 노화 분야 과제를 수행한 과제책임자가 49%를 차지하고 있으며, 그 중 13%의 과제책임자가 5년 연속 노화 분야 과제를 수행하고 있음
  - 수행 중인 노화 과제 400건의 대표적인 키워드를 분석해보면 국내 노화 과제는 암, 혈관, 근육, 피부, 줄기세포 등 노화에 영향을 받는 질환이나 조직에 초점이 맞춰져 있는 것으로 확인됨
  - 연구개발의 성격을 살펴보면 대부분의 연구가 원천기술을 발굴하는 기초연구로 진행되고 있으며, 타깃 약물 개발에 중점을 둔 연구는 아직 큰 비중을 차지하지 않는 것으로 보임
- 노화분야 연구는 의약학 분야에서 주로 이루어지며, 대학과 출연연 중심으로 진행되고 있음
  - 노화 분야 과제의 연구책임자는 의약학 분야가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 수의학, 식품영양, 공학 전공 연구자의 비중은 크지 않은 것으로 확인됨
  - 대학의 자연과학대학과 정부출연연구소에서도 많은 연구가 이뤄지고 있으며, 13개의 기관에서 최근 5년 동안 10건 이상의 과제를 수주함
  - 20건 이상의 과제를 수주한 기관에는 노화 조직은행을 운영하는 부산대학교와 노화 중점연구단을 운영하는 한국생명공학연구원을 비롯하여, 암, 퇴행성 질환과 같은 노인성 질환 연구를 수행할 수 있는 의과대학을 보유하고 있는 서울대학교, 연세대학교, 아주대학교가 포함되어 있음

- 노화 분야 연구비 규모로 살펴본 대표적인 기관은 한국생명공학연구원, 광주과학기술원, 부산대학교, 영남대학교, 경상대학교 등으로, 대부분의 연구가 노화 제어 기전 규명에 초점을 맞추고 있는 도입기 연구에 해당함
  - 한국생명공학연구원, 광주과학기술원을 중심으로 노인의 생활에 직접적으로 영향을 미치는 근육, 연골 등의 노화를 제어하고자 하는 연구가 수행되고 있음
  - 부산대학교, 한국생명공학연구원, 한국기초과학지원연구원을 중심으로 노화 연구의 활성화를 위한 노화 마우스 및 조직을 확립 및 공급하는 수행되고 있는데, 영남대학교, 경상대학교, 서울대학교 등에선 노인성 질환이나 피부 노화 등 노화 관련 질환을 의과학적 관점에서 조절하기 위한 연구를 수행하고 있음
- 최근에는 다양한 오믹스(전사체, 단백체, 대사체)를 활용하여 노화 특이적인 분자적 변화를 자세히 규명하고, 제어할 수 있는 타깃을 비-편향적 방법으로 발굴하기 위한 연구로 노화 연구가 확장되고 있음
- 대표적인 국내 노화 연구기관의 연구내용은 아래와 같이 조사됨

[표 3] 국내 노화연구기관 및 주요 연구내용

기관명		기관종류	주요 연구내용
한국생명공학연구원	노화제어전문연구단	정부출연연구소	근골격계 중심 기초, 실용화 연구 노화/운동 마우스 혈액의 노화 조절 인자 발굴
	실험동물자원센터		노령 마우스 공급 (3 ~ 30개월)
광주과학기술원 생명노화연구소		대학	퇴행성 관절염 분자적 조절 기전 노인성 질환 모델동물 개발
부산대학교 노화조직은행		대학	노화조직 은행 구축 활성산소에 의한 염증 유도 기전
영남대학교 스마트에이징융복합연구센터		대학	혈관노화 제어 인자 규명 기초/임상 연계 혈관 노화 제어 물질 개발
경상대학교 바이오항노화의과학연구센터		대학	질환 모델 활용 노화 촉진 기전 규명 염증 및 산화스트레스 초점 연구
DGIST 웰에이징연구센터		대학	노화 세포 회복기전 연구 노인성 질환 세포/동물 모델 활용 질환 개선 물질 기전 연구
한국식품연구원 천연물대사연구단		정부출연연구소	식품의 노인성 근감소 제어기전 연구 퇴행성 노인질환 조절 식품 기능 연구
한국한의학연구원 한의약융합연구부		정부출연연구소	노인성 질환 치료를 위한 한약제제 및 한약 기반 소재 개발 피부노화 개선 효능 물질 발굴
부산대학교 건강노화한의과학연구센터		대학	한의학적 노화질환 치료법 확립 한의약을 통한 면역, 대사, 뇌혈관 질환 기능 개선 연구
국가마우스표현형분석사업단 노화 표현형 분석		사업단 (대학, 출연연)	국가 마우스 표현형 인프라 구축 노령 마우스 오믹스 분석을 통해 전신 및 주요 장기별 노화 마커 발굴
한국기초과학지원연구원 고령동물생육시설		정부출연연구소	노령 마우스 공급 (3 ~ 30개월)

출처: 집필진 작성

3 결론 및 시사점

- **노화과학은 중요성 대비 시급성에 밀려 연구수행의 한계**가 있음
  - 노화과학은 감염병, 질환 등 시급성을 요하는 이슈들에 비해 언제나 우선순위에서 밀려오고 있는 현실임. 국가 R&D 연구비의 성장에 발맞춰 노화 분야의 연구비의 양적 성장이 있었지만 아직 해외 주요 기관의 연구비에 비해선 부족한 상황이며, 연구 인력도 소수의 인원이 다양한 기관에 분산되어 있는 상황임
- **국내에서는 노인성 질환 중심으로 연구가 수행되고 있고, 원천기술 확보의 기반은 부족한 상황**
  - 국내 과제 수행 현황으로 살펴보면 의과학 분야에 연구비와 인력이 집중되어 있는 상황으로 확인되며, 환자 샘플을 다룰 수 있는 의과학 분야의 특성상 많은 연구가 관절염, 고혈압, 암 등 노인성 질환에 초점이 맞춰져 있음
  - 원천기술을 확보할 수 있는 기초분야의 연구는 아직 소수의 정부출연연구기관과 대학에서 이뤄지고 있고, 기술이전도 많은 부분 천연물 소재에 집중된 상황임
- 해외에서는 노화에 질병코드가 부여되면서 질환으로 인식이 전환되고 약물로 처방하려는 접근이 활발히 이루어지고 있음
  - 2018년 노화 자체에 질병코드를 부여된 이후 노화는 직접적인 예방과 치료가 가능한 질병이 되었고, 노화를 제어할 수 있는 약물을 개발할 수 있는 환경이 새롭게 조성되었음. 현재까지는 화학적 암 치료제를 약물 재배치 방법으로 활용하는 방식이 선호되고 있으며, 이 방식을 활용한 다양한 해외 스타트업이 등장하고 있음
- **노화가 예방과 치료가 가능한 질병으로 인식되기 위해선 산·학·연·병의 유기적인 시스템 구축**을 비롯하여, **실제 노화의 제어가 근 미래에 가능할 수 있다는 인식 개선을 위한 정책적 노력이 필요**함
  - 정책적 지원으로 노화 분야 연구자를 육성하고, 해외 우수 연구자가 유입될 수 있는 생태계를 구축해야 하며, 노화 분야의 새로운 가능성 등에 대한 연구자와 정부부처의 적극적인 홍보가 필요함
- 특히 **실질적으로 노화 치료가 가능해지려면 치료제 개발과 더불어 노화의 공통적이고 표준적인 마커를 발굴하는 것이 시급**함
  - 현재 국가마우스표현형분석사업단 산하의 분과에서 노화 마우스의 마커를 발굴하고자 하는 시도가 이뤄지고 있지만, 인간을 대상으로 하는 마커 발굴 작업은 아직 부족한 실정임
  - 이를 위해선 학·연·병의 유기적인 협력체계를 구축하여 자연 노화 상황에서 나타나는 유전체, 전사체, 단백체, 대사체 변화를 추적하고, 이를 데이터베이스화하여 국내 노화 연구 인프라를 구축하는 것이 절실히 요구됨

- 기존에 연구되던 **화학적 암 치료 유래 노화치료제의 부작용을 고려하여 새로운 노화 특이적 치료제 개발 구조 확립이 필요하며, 이를 위해서는 조직별 노화 세포 특이적인 마커를 발굴하는 연구가 필수적**임
  - 화학적 암 치료제에서 유래한 노화 치료제는 정상세포의 기능에도 영향을 미칠 가능성이 크므로, 암과 같은 심각한 질환 상황이 아닌 자연 노화 상황에서 치료제로 활용하기에는 한계가 명확한 상황임
  - 따라서 노화 특이적인 치료제 개발 구조가 새롭게 확립되어야 하며, 이는 화학적 암 치료제 개발 구조와는 다른 노화 특이적인 방식으로 개발되어야 할 것으로 생각됨
  - 최근 노화 세포를 특이적으로 타깃팅할 수 있는 CAR-T 세포가 개발되어, 생쥐에서 효과적인 효능을 나타낼 수 있음이 보고됨. 이렇게 실제 우리 몸의 면역체계를 활용하여 노화 세포를 제거할 수 있는 방식이 유효한 전략으로 자리를 잡을 것으로 판단됨
  - 이를 위해서는 조직별 노화 세포의 특징을 규명하고, 조직별 노화 세포 특이적인 마커를 발굴하는 연구가 반드시 필요함. 이러한 연구는 진단 마커로도 활용될 수도 있을 것이며, 마커를 바탕으로 산·학·연·병의 협력 체계를 유기적으로 구축한다면 국내 노화 연구 역량 증진 및 치료제 개발 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

참고문헌

1. 메디컬 스타트업, https://www.medicalstartups.org/top/aging/
2. CB insight, 24 Industries & Technologies That Will Shape The Post-Virus World
3. Frost&Sullivan, Anti-Aging Therapies and Services Market – Trends and Growth Opportunities, Forecast to 2022
4. J Frailty Aging. 2020;9(1):2-3.
5. Nature. 2013 Jan 17;493(7432):338-45.
6. Nat Med. 2019 Dec;25(12):1843-1850
7. Nat Med. 2020 Jan;26(1):83-90.
8. Nat Metab. 2020 Apr;2(4):293-302.
9. Nat Med. 2018 Sep;24(9):1360-1371
10. Cell Metab. 2017 Feb 7;25(2):242-247
11. Science. 2020 Jul 10;369(6500):167-173.
12. BMB Rep. 2019 Jan;52(1):47-55
13. Nature. 2020 Jul;583(7814):127-132
14. NIH, Interventions Testing Program (ITP, https://www.nia.nih.gov/research/resource/interventions-testing-program-itp)
15. United Nations, World Population Ageing 2019
16. WHO, Global Health and Aging
17. 생명공학백서 2017, 2019, 분야별 연구개발 및 산업현황
18. 생명공학정책연구센터, 바이오인 2020, 조직 내 노화세포 제거기술
19. 중앙치매센터, 대한민국 치매현황 2016, 2019

2022년
BioINpro

• **발 행 호** : Vol.107
• **발 행 처** : 한국생명공학연구원 국가생명공학정책연구센터
• 집 필 진 : 한국생명공학연구원 노화 WG
이광표, 권은수, 권기선, 강용국, 김천아,
양용열, 서영교, 김진철, 김정애, 김선규,
박종열, 김미랑, 정해용, 노지윤, 서진호
• **온라인 서비스** : http://www.bioin.or.kr

◇ BioINpro는 생명공학 주요 기술별 관련 전문가의 시각에서 작성된 보고서이며, 생명공학정책연구센터의 공식 견해는 아닙니다.

◇ 본 자료는 생명공학정책연구센터 홈페이지(http://www.bioin.or.kr)에서 다운로드가 가능하며, 자료의 내용을 인용할 경우 출처를 명시하여 주시기 바랍니다.

문 의 : 노화 WG 총괄(이광표 책임연구원, 042-860-4146, kplee@kribb.re.kr)
연구기획실 WG 담당(김유선 선임연구원, 042-860-4782, yskim@kribb.re.kr)