

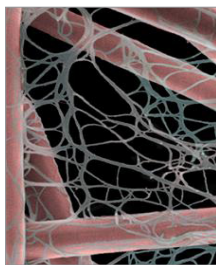
은 나노와이어와 탄소나노튜브 복합소재 개발

서울대 기계항공공학부 고승환 교수 주도로 이필립 연구원(제1저자, MIT), 함주연 연구원(제1저자, KAIST), 이진환 연구원(제1저자, KAIST) 등 국내 연구진이 투명성과 신축성, 두 마리 토끼를 모두 잡을 수 있는 복합소재를 개발해냈다. 투명한 은 나노와이어와 유연한 탄소나노튜브 각각의 장점을 살린 이 복합소재는 차세대 웨어러블 전자장치 개발의 실마리가 될 것으로 기대된다.

전도성과 투명성이 뛰어난 ITO는 투명전극 소재로 상용되지만 매장량에 한계가 있어 가격이 불안정하며 유연성이 떨어져 웨어러블 소자의 소재로는 한계가 있었다. 또한 은 나노와이어는 투명하나 유연성이 떨어지고 탄소나노튜브는 유연하나 투명성이 떨어져 각각 투명전극의 소재로 한계가 있었다.

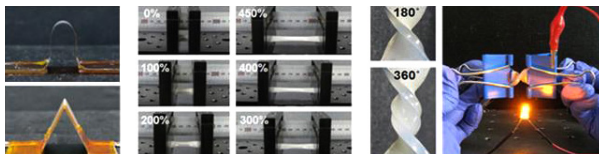
이에 연구팀은 은 나노와이어와 탄소나노튜브를 복합, 각각의 단점을 보완한 투명하고 신축성이 뛰어난 투명전극용 전극소재를 고안했다. 진공펌프의 기압차를 이용해 걸러내는 방식으로 필터 위에 탄소나노튜브 박막과 은나노와이어 박막을 차례로 만들고 그 위에 유연한 기판을 얹은 다음 마치 도장을 찍듯 두 박막층을 필터에서 기판으로 옮겨 복합소재를 만들었다. 굽히거나 접어도 안정적으로 전도성을 유지해 착용하였을 때 불편함이 없는 차세대 웨어러블 전자장치 개발에 기여할 것으로 기대된다.

실제 이렇게 만들어진 전극소재는 ITO와 상응하는 수준의 투명도 (85% 이상)와 전도성(100Ω/□ 이하)을 보이는 것으로 나타났다. 유연성 측면에서도 향상되었다. 1만 회의 굽힘이나 완전한 접힘, 원래 길이의 4배 이상으로 잡아당겨도 전도도를 유지하는 것으로 나타났다.



▶▶ 진공 전자 공정을 통한 탄소 나노튜브(회색) 박막층과 은 나노와이어(적색) 박막층의 다계층적 나노복합재의 SEM 사진

연구팀은 터치스크린에 이 복합소재를 이용한 전극을 구현한 데서 나아가 공정시간 단축과 대면적화를 위한 후속 연구를 계속할 계획이다. 고 교수는 “개발된 제작방법은 은 나노와이어와 탄소나노튜브 이외에도 적용할 수 있고 자유로운 패턴링이 가능해 여러 나노소재로 다양한 형태의 박막층을 만드는 데 응용될 것”이라고 밝혔다.



▶▶ 탄소 나노튜브 박막층과 은 나노와이어 박막층 다계층적 나노복합재의 물리적 우수성 측정 실험

굽힘과 접힘(왼쪽) 및 늘림(가운데) 및 비틀(오른쪽)에 있어 이전에 개발된 전극에 비해 보았을 때 다계층적 나노복합재가 기계적 우수성을 보였다.

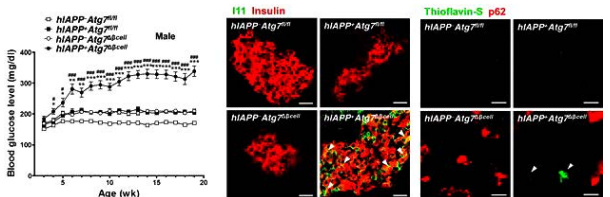
자가포식을 이용한 당뇨병 치료제 개발에 새길 열어

삼성서울병원 이명식 교수 연구팀(제1저자 성균관대 삼성융합의과학원 석박사 통합과정 김진영 연구원)이 삼성의료원과 울산의대 강상욱 교수 연구팀과 공동으로 당뇨병 환자의 90% 이상에서 관찰되는 아밀로이드 축적에 의한 2형 당뇨병의 발병을 억제하는 자가포식의 기능을 규명했다. 나이가 자가포식이 결핍된 췌장소도 세포에서는 아밀로이드가 축적, 당뇨병을 유발한 반면, 자가포식이 증진된 췌장소도세포에서는 아밀로이드의 축적이 억제되고, 혈당이 개선됨을 밝혀, 향후 2형 당뇨병 치료제 개발에 기여할 것으로 기대된다.

일반적으로 90% 이상 당뇨병 환자의 췌장세포에서는 알츠하이머 환자의 뇌 조직에서 보이는 것과 흡사한 아밀로이드가 축적되어 있으며, 이는 당뇨병의 발병에 직접적인 영향이 있을 것으로 생각되어 왔다. 그러나 비정상적인 아밀로이드의 축적 과정이나 이를 제거하는 방법은 알려지지 않고 있었다.

연구팀은 변성된 단백질을 제거하는 자가포식이 아밀로이드의 축적을 억제하여 당뇨병을 치료할 수 있을 가능성에 착안하였고, 사람과 같은 형태의 아밀로이드를 생산할 수 있는 유전자를 발현하는 유전자 조작 생쥐에서 자가포식이 일어나지 못하도록 함으로써, 당뇨병이 발생하는 것을 발견하였다. 즉, 축적된 아밀로이드를 자가포식으로 제거하지 못하면 인슐린을 분비하는 췌장세포가 손상되고 결국 인슐린 분비가 줄어 당뇨병을 유발할 수 있다는 것이다.

실제 자가포식이 일어나지 않는 생쥐는 정상생쥐에 비해 혈중 인슐린 농도가 낮게 나타났다. 아밀로이드와 hIAPP 중합체가 자가포식으로 제거되지 못해 세포에 손상을 주는 것이다. 반면 이 생쥐에 자가포식을 증진시킬 수 있는 물질(trehalose)을 투여하자 아밀로이드 축적이 줄어들면서 당뇨 증상이 호전되는 것으로 나타났다.



▶▶ 자가포식 결핍 생쥐모델에서의 당뇨증상과 hIAPP oligomer 및 amyloid 축적

(왼쪽) 자가포식 결핍 생쥐의 혈당
췌장소도세포에서 자가포식이 결핍된 hIAPP 발현 생쥐모델(검정색 원 그래프, hIAPP+Atg7Δβcell)에서만 혈당이 상승하는 것으로 나타났다.

(가운데) hIAPP oligomer 축적
특이항체(I11)를 이용한 면역형광염색 결과 자가포식이 결핍된 hIAPP 발현 생쥐모델(오른쪽 아래 패널, hIAPP+Atg7Δβcell)에서만 hIAPP oligomer 축적(연두색)이 관찰되었다.

(오른쪽) 아밀로이드 축적
화합물(thioflavin-S)을 이용한 화학형광염색 결과 자가포식이 결핍된 hIAPP 발현 생쥐모델(오른쪽 아래 패널, hIAPP+Atg7Δβcell)에서만 아밀로이드 축적(연두색)이 관찰되었다.

이 교수는 “자가포식 조절제가 당뇨병 치료제로 개발될 수 있는 가능성을 보여주는 것으로 아밀로이드 축적이 관찰되는 알츠하이머 등 퇴행성 신경질환에도 같은 원리가 적용될 수 있을 것”이라고 내다봤다.

'16년, 출연(연) 여성과학기술인력 26.3%까지 신규 채용비율 확대

미래창조과학부는 지난 7월 23일 코리아나호텔에서 개최된 국가과학기술심의회 운영위원회에서 ‘여성과학기술인력 채용·승진 목표제 2013년도 추진실적 및 2014년도 시행계획’을 심의·확정하였다. ‘여성과학기술인력 채용목표제’는 과학기술분야 연구기관을 대상으로 ('14년 108개) 매년 신규로 채용하는 인력 중 여성과학기술인을 일정비율 이상 채용하도록 권고하는 제도이며, 여성 신규 채용비율 30% 이상을 정책 목표로 하여 시행해 오고 있다.

‘여성과학기술인력 채용목표제’의 2013년도 추진실적 점검 결과, 여성과학기술인력 신규 채용 비율은 2012년보다 다소 증가하였으나, 승진 비율은 감소한 것으로 나타났다. 전체적인 여성 신규 채용 비율은 20.3%로 전년대비 1.1% 증가하였으며, 28개 정부출연(연)은 16.2%로 전년대비 1.3%p 증가, 71개 국공립연구소는 45.9%로 6.9%p 증가, 9개 정부투자연구소의 경우 25.0%로 2.3%p 감소하였다. 승진의 경우 선임급은 17.0%, 책임급은 7.7%로 모두 전년 대비 감소하였으며, 전체적으로는 10.8%로 전년 대비 2.5%p 감소한 결과를 보였다.

2013년 채용목표제 추진실적이 우수한 기관을 살펴보면, 한국한의학연구원, 한국표준과학연구원, 한국에너지기술연구원, 한국지질자원연구원 등으로 이들은 당해 연도의 여성 신규 채용 실적이 우수하고, 당초 설정한 목표대비 실적 달성도 역시 높은 성과를 보였다. 한편, 작년 채용목표제 포상 시('13.12) 추진실적 최우수 기관으로 선정된 산림청 국립수목원은 지난 4월 제9대 원장으로 이유미 임업연구관이 임명되어, ‘산림청 최초 여성 고위공무원 탄생’이라는 가시적 성과를 보인 바 있다.

올해 미래부는 제3차 여성과학기술인 육성지원 기본계획에 따른 '18년도 여성과학기술인 채용목표 30% 달성을 위해 차기 3년간의 목표치를 설정하기로 하고, 전체 신규채용 규모의 약 84%를 차지하는 정부출연연구소의 여성 채용비율을 높이기 위해, 각 출연(연)별 권고·협의를 거쳐 목표비율을 전반적으로 상향 설정하였다(기관별 평균 목표비율 4.3%p 상향). 정부출연연구소의 채용목표제 추진을 독려하기 위해 기관평가에 채용목표제 달성도를 반영하는 한편, 추진실적 우수기관으로 선정되는 경우 포상과 함께 기관 자율적으로 여성 채용비율을 관리할 수 있도록 유도할 방침이다.

미래부는 더 많은 여성과학기술인이 관리자로 성장할 수 있도록 여성 재직 비율의 점진적 증가에 맞추어 직급별 승진목표제를 도입하기로 하고, 올해 초부터 현장의견 수렴 등의 절차를 진행하였다. 그 결과, 향후 3년간('14~'16), 선임급과 책임급에 대한 여성 승진비율을 각각 20%와 10%를 기준으로 하여 기관 사정에 따른

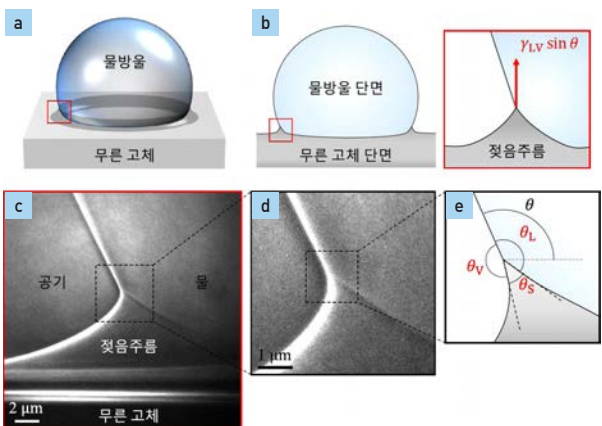
승진비율 목표를 설정하도록 권고하였고, 직급별 승진목표제에 대한 제도 활성화를 추진할 계획이다.

물방울 젖음주름 형태와 원리 규명

포항공대 신소재공학과 제정호 교수 및 박수지 박사과정 연구진이 고체표면에 놓인 물방울에 생기는 미세한 젖음주름의 원리를 규명해 냈다. 이는 세포조작이나 프린팅 기기, 물질의 표면처리 등 각종 나노기술분야에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

물방울은 고체인 바닥과 기체인 공기와 접하는 곳에서 서로간의 힘이 균형을 이루면서 형태를 유지한다. 이때 물방울이 바닥과 공기와 동시에 만나는 부분에서 미세한 젖음주름이 만들어지는 것이 알려져 있으나 직접 관찰하지 못해 정확한 형태나 형성원리를 명료하게 알지 못했다.

이에 연구팀은 투과엑스선현미경을 이용하여 실리콘 젤 표면 위에 놓인 물방울에 형성된 젖음주름의 영상을 얻고 그 형태와 형성원리를 밝혀냈다. 투과엑스선현미경(Transmission X-ray Microscopy) : 첨단 엑스선 광학계를 이용하여 물질내부의 구조를 나노해상도로 영상화 함. 젖음주름을 이용한 나노구조물 제작이나 효율적인 표면처리제 개발 등 다양한 산업적 응용을 위한 실마리가 될 것으로 기대된다. 특히 세포의 증식, 분화, 성장에 영향을 미칠 수 있는 세포의 젖음현상에 대한 이해를 돕고 향후 세포를 젖음주름에 가두는 등 세포공학적 응용에도 기여할 것으로 보인다.



▶ 물방울 젖음주름 형성 원리

(a, b) 물방울 젖음주름 형성을 나타내는 개략도(a)로 무른 고체(soft solid) 위에 놓인 물방울 둘레에 환형의 젖음주름이 형성된 것을 볼 수 있다. 단면의 개략도(b)를 보면 젖음주름은 물방울(액체상), 공기(기체상) 그리고 무른 고체(고체상)가 만나는 삼상계면(three-phase contact line)이 융기한 것으로, 그 주된 원인은 액체-기체 계면장력의 수직 성분($\gamma_{LV}\sin\theta$) 때문이다(빨간 네모상자).

(c, d) 젖음주름의 엑스선 영상(c)을 확대(d)한 것으로 젖음주름의 꼭대기 부분이 물-공기 계면 방향으로 휘어진 갈고리 형태로 생성된 것을 보여준다 (e) 젖음주름의 꼭대기에서 거시적 접촉각(θ ; macroscopic angle)과 미시적 접촉각($\theta_S, \theta_L, \theta_V$; microscopic angle)을 직접 측정하였다.

액체가 고체나 다른 액체의 표면과 만날 때 나타나는 현상들은 명쾌하게 설명되었으나, 고무나 고분자 젤, 생체조직 같은 탄성물 질과 만날 때 나타나는 젖는 현상은 그동안 설명이 어려웠다. 현미경으로 관찰한 결과 물방울 표면에 생긴 젖음주름의 꼭지점이 갈고리처럼 휘어진 비대칭삼각형 형태임을 알아냈다. 또 물질이 무를수록 젖음주름은 높게 생성되며 수직방향 힘에도 비례했다. 한편 젖음주름의 형태는 꼭지점에 작용하는 세 가지 계면장력에 의해 결정된다는 것도 밝혀졌다.

공초점 현미경을 이용해 젖음주름을 관찰하려는 시도는 있었으나 염색물질 등을 이용해야 해 정확도에 다소 한계가 있었다. 제 교수는 "이번 연구로 밝혀진 젖음주름의 형성원리는 젖음현상에서의 힘의 평형을 설명함과 동시에, 무른 고체표면 위에서 나타나는 특이젖음 현상을 이해하는 밑거름이 될 것"이라고 밝혔다.

2014년 국제물리올림피아드(IPhO), 한국 2년 연속 1위 쾌거

미래창조과학부와 한국과학창의재단은 카자흐스탄 아스타나에서 지난 7월 13일부터 21일까지 9일간 열린 2014년 제45회 국제물리올림피아드(International Physics Olympiad, IPhO)에서 중국·대만과 함께 공동 1위의 성적을 거뒀다고 밝혔다. 83개국 377명이 참가한 이번 대회에서 우리나라는 대표학생 5명 전원이 금메달을 수상하여 2년 연속 1위에 오르는 쾌거를 달성했으며, 태국이 그 뒤를 이었다.

수상 현황 및 대표단은 다음과 같다.

| 분야 | 순위 | 개최지 | 참가규모 | 수상 내역 | 수상자 | 수상 결과 |
|----|---------|------------|-----------|-------|---|-----------------------|
| 물리 | 1위 (공동) | 카자흐스탄 아스타나 | 83개국 377명 | 금 5 | 김건희(서울과학고 3) 김태욱(한성과학고 3) 염동희(서울과학고 3) 지성재(서울과학고 2) 최혁(서울과학고 3) | 금 금 금 금 금 |

1967년 폴란드 바르샤바에서 동구권 5개국 참가로 시작된 국제물리올림피아드는 물리 분야에 소질이 있는 과학영재들의 국제 친선 및 문화 교류, 그리고 과학교육의 정보교환 등을 목적으로 매년 각 국을 순회하며 개최되고 있다. 대회는 매해 여름방학 기간 중에 개최되며, 참가선수는 20세 미만의 대학교육을 받지 않은 학생으로 국가별로 5명씩 출전한다. 우리나라는 1992년에 처음 출전한 이후 매년 출전하고 있으며, 참가 대회마다 우수한 성과를 올리고 있다.

미래부는 국제물리올림피아드를 통해 기초과학 분야에 잠재력과 가능성을 갖춘 과학영재를 지속적으로 발굴·육성해나갈 계획이라고 밝혔다.

온실가스(이산화탄소) 저감을 위한 획기적 흡착제 개발 가능성 열어


고려대학교 화학과 홍창섭 교수팀이 발전소에서 배출되는 가스로부터 온실가스인 이산화탄소를 획기적으로 포집할 수 있는 금

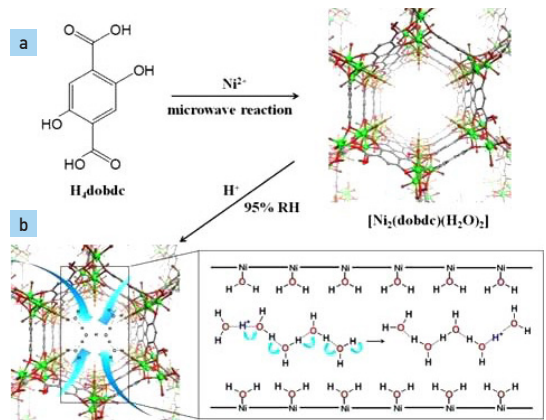
속-유기 복합체(MOF) 기반 새로운 흡착제를 개발하였다.

금속-유기 복합체는 유기리간드에 의해 연결된 금속 기반 노드로 구성되어 매우 큰 비표면적, 미세조정이 가능한 기공의 발달, 대량합성 가능성 때문에 다양한 가스 분리에 높은 응용성을 갖는 반면, 수분과 산성조건에 구조적 안정성이 붕괴되는 단점 때문에 이산화탄소 포집제로 활용하기에 한계가 있었다.

이에 연구팀은 니켈기반 금속-유기 복합체를 합성하여 pH 1.8의 강산이나 끓는 물 조건에서 이산화탄소를 흡착하면서도 장시간 구조적 안정성을 유지하는 우수한 결과를 확인하였다. 또한 기존의 제조 시간이 긴 용매(수)열 반응법에서 탈피하여 마이크로웨이브를 조사하는 새로운 대량생산 방법을 제시함으로써 향후 건설 이산화탄소 흡착제로서의 활용 가능성을 제시하였다.

아울러 니켈기반 금속-유기 복합체는 수소이온 전도도도 높아 현재 연료전지의 양성자 교환막으로 이용되고 있는 대표적인 고분자 전해질막인 Nafion에 비견할 만한 전도도 값($2.2 \times 10^{-2} S/cm$)을 구현함으로써 향후 수소 연료전지의 양성자 교환막에 적용 가능성도 보였다. 그 외 금속-유기 복합체의 특성상 약물전달체, 가스 분리 및 저장, 센서 등 다양한 분야에 널리 활용될 것으로 기대된다.

미래창조과학부 이근재 연구개발정책관은 "미래창조과학부는 이산화탄소 포집 비용을 탄소배출권 거래가격 이하로 낮출 수 있는 소재·공정기술(CCS기술) 개발에 지속적으로 투자할 것"이라고 밝히며, "본 연구성과가 온실가스 포집뿐 아니라 다양한 분야에도 응용되어 신산업 창출에 기여하길 기대한다"고 말했다. 



▶▶ 금속-유기 복합체 구조 및 산 처리 후 수소이온 전도 메커니즘: (a) 금속-유기 복합체 제조법. 마이크로웨이브파를 조사하여 단시간에 물질을 제조할 수 있음. (b) 황산 용액으로 처리 후 물 클러스터 형성 모형. 수소이온이 기공 내 물 분자와 수소결합으로 클러스터를 이루고 있음. 수소이온은 Grotthuss 메커니즘에 의해 채널을 통해 신속히 이동함.

독자카드 당첨자 : **우도형**(경남 창원시)