

저렴하고 신속한 혈액 시험용 바코드 칩

Caltech의 연구자들이 개발한 '바코드 칩'이 진단의료 시험에 새로운 혁명을 일으킬 것으로 전망된다. 이 칩은 10분이 채 안 걸려 단정한 방울의 혈액을 이용하여 암과 심장병의 존재를 알려주는 단백질 등 수십 가지 단백질의 농도를 측정할 수 있다고 한다.

'통합 혈액 바코드 칩'(Integrated Blood-Barcode Chip, IBBC)이라 불리는 이 장치는 Caltech의 James R. Heath 교수(화학)와 Leroy Hood(시애틀 시스템 생물학 연구소 소장)가 이끄는 연구팀에 의해 개발되었다. 11월 16일자 Nature Biotechnology 온라인 판에 발표된 이 바코드 칩은 현미경 슬라이드 크기이며, 실리콘 고무로 덮여진 유리 기판으로 제조되었다. 칩의 표면은 마이크로 유체 회로가 나 있는데, 이 마이크로 채널을 통해 혈액 방울이 주입되고, 단백질이 풍부한 혈장(blood plasma)이 전체 혈액으로부터 분리되며, 혈장 중의 단백질 생물지표(biomarker)들이 측정된다. 이 칩은 혈액 중의 단백질을 분석하기 위한 표준 시험법의 비용과 속도를 상당히 개선시키고 있다. 전통적인 시험법에서는 환자의 팔에서 채취한 혈액이 담긴 1개 이상의 유리병을 실험실로 옮겨 원심분리기를 사용하여 혈장과 혈액 세포를 분리한다. 이어서 특정 단백질 규명을 위해 혈장을 분석한다. 이 공정은 노동집약적이고, 또 바쁘게 시험을 하더라도 완료까지는 수 시간이 걸린다고 한다. 이에 비해 이들이 개발한 바코드 칩을 사용하면 혈액 한 방울로 10분 내에 결과를 알아볼 수 있다고 한다. 칩 하나로 동시에 8명의 환자의 혈액을 시험할 수 있으며, 각 시험에서 한 번에 많은 단백질을 측정할 수 있다. 연구자들은 한 방울의 혈액으로부터 십여 개의 단백질을 분리할 수 있는 장치에 대해 보고하고 있으나, 이 장치는 보다 훨씬 많은 단백질을 분석하도록 설계되어 있다고 한다. 연구팀은 1년 내에 혈액 한 방울로부터 100개의 단백질을 분석하는 것을 목표로 하고 있다.

연구자들은 또한 이 바코드 칩을 사용하여 질병의 생물지표로서 유용한 수많은 단백질을 규명하기 위해 유방암과 전립선암 환자의 혈액을 분석했다. 이들 단백질의 유형과 농도는 질병에 따라 그리고 개인마다 다르다. 예를 들어, 유방암을 앓고 있는 여성은 전립선암을 앓고 있는 남성과는 다른 생물지표를 생성하며, 악성 암을 앓고 있는 여성은 덜심각한 암을 앓고 있는 여성과는 다른 단백질을 생성한다. 이들 단백질은 또 환자가 치료를 받아감에 따라 변한다. 그래서, 이 생물표지 프로파일을 이용해 의사들은 환자에 대한 개인 맞춤 치료 계획을 세울 수 있고 결과들을 개선해 나갈 수 있다. 또 이 칩을 사용해 신속히 얻어지는 결과로 의사들은 약물에 대한 환자의 반응을 평가할 수 있으며, 시간의 경과와 함께 이들 반응의 진전을 모니터링할 수 있다. 이 혁신적인 방법의 활용성에 대하여 저자들은 "개인 맞춤형 의약품이 개발됨에 따라, 많은 종의 단백질 생물지표의 측정이 점점 중요해지고 있다. 따라서, 이러한 측정법들이 보다 저렴해야 한다. 우리가 개발한 이 바코드 칩이 그러한 저렴하고 다중 측정이 가능한 방법이 될 것"이라고 말하였다.

(Nature Biotechnology, November 2008)

강유전체 고분자를 이용한 플라스틱 메모리 개발

강유전체 재료는 강자성체(ferromagnetic)처럼 영구 쌍극자 모멘트(permanent dipole moment)를 갖는다. 그러나, 강유전체에 있어서는 쌍극자 모멘트가 자기적(magnetic)이 아니라 전기적(electric)인 것이기 때문에 자기장 보다는 전기장으로 배향될 수 있다. 이는 전기적으로 디지털 정보를 강유전체 막막에 저장하는 것이므로 많은 새로운 소자 응용 가능성을 열어주고 있다. 일부 플라스틱들은 강유전체로서, 가공이 용이하기 때문에 매력적이다. 그러나 이들의 마이크로 구조는 다소 무질서하여 단결정의 쌍극자 모멘트의 배향을 전환하기 위해서 큰 전기장이 필요하다. 전형적으로는 불과 100 nm 두께의 필름에 수십 볼트가 요구된다. 설상가상으로 그러한 작은 크기에서의 불균질 거동(heterogeneous behaviour)은 고밀도 저장 장치의 제조를 방해한다. 그런데, 최근 벨기에 루뱅 카톨릭 대학교(Louvain Catholic University)의 연구자들이 간단한 나노 엠보싱(nano-embossing) 기술을 이용하여 강유전체 고분자(ferroelectric polymer) 나노구조의 고밀도 어레이를 개발했다. 이 어레이는 33 Gbits/inch의 밀도를 갖고 있으며, 전 유기(all-organic) 전자제품과 대등한 소프트 플라스틱 메모리의 출현을 밝게 하고 있다.

루뱅 카톨릭대 표면과학·촉매연구센터(Center for Surface Science and Catalysis)의 Alain Jonas 교수 연구팀은 현재 나노패턴된 강유전체 고분자 필름을 제조함과 아울러 고분자 결정상의 영구전기 쌍극자(electric dipole)의 배향을 전환하는데 필요한 전압을 수 볼트로 내리는데 성공했다. 이 결과는 이들 구조를 나노스케일에서 안전하게 생성할 수 있음을 의미한다. 이 나노구조를 제조하는 공정은 매우 간단하다. 즉, 기본적으로 나노형상을 갖는 몰드에 압력을 가해고분자 필름을 형성하는 것이다(이 기술을 나노임프린트 리소그래피(nano-imprint lithography, NIL)라 부름). 나노임프린트 리소그래피는 지금까지 무정형 플라스틱을 성형하는데 필수적으로 사용되고 있는데, Jonas 연구팀은 이 기술을 이용하여 반결정성(semicrystalline) 고분자를 성형하고 그 결정화를 제어했다. 몰드를 이용한 고분자의 결정은 작은 나노 공동(nanocavity)에서의 결정화를 유도함으로써 그 결과 형상은 몰드를 사용하지 않았을 때보다 훨씬 높은 품질을 나타낸다. 이는 곧 강유전체의 물성을 향상시키는 결과가 되며, 또 정보 저장에 필요한 전압을 상당히 줄일 수 있음을 의미한다.

제조된 어레이는 모바일 전자제품(폰, MP3, 카메라 등)에서처럼 저전력, 비휘발성 디지털 저장용 저장매체로 사용될 수 있으며, 또 유연하고 투명한 전 유기(all-organic) 전자제품에 통합될 수 있다고 한다.

(Nature Materials, December 2008)

콜레스테롤을 낮추는 금나노입자 기반의 합성 HDL 개발

노스웨스턴대학의 연구진이 만성적인 고지혈증이나 심혈관 질환에 도움을 줄 수 있는 새로운 나노소재를 개발하였다. 연구진들이 개발한 나노입자 기반의 합성 HDL(Synthetic High Density Lipoprotein)은 콜레스테롤에 비가역적으로 결합하여 콜레스테롤을 감소시켜주는 역할을 한다. 금 나노입자를 기반으로 만든 이 합성 HDL은 체내에 존

재하는 천연의 HDL과 그 크기와 표면 구성이 유사하다. 본 연구를 주도한 노스웨스턴대학의 Chad A. Mirkin 교수는 ‘콜레스테롤을 흡수하는 스폰지 같은 역할을 하는 이 나노소재는 콜레스테롤을 낮춰주는 훌륭한 의약품이 될 가능성이 있다고 설명하였다. 이번에 새로 개발한 합성 HDL이 콜레스테롤을 낮추고 부작용을 최소화한 의약품 개발에 새로운 길을 열어줄 것으로 연구진들은 기대하고 있다. 노스웨스턴대학 연구진이 합성한 HDL은 금 나노입자를 중심으로 주위를 지질(lipid)로 둘러싸고 그 위에 APOA1이라는 단백질을 부착하였다. APOA1은 자연적으로 생성되는 HDL의 주요 구성 단백질이다. 이렇게 합성된 금 나노입자 기반의 HDL은 약 18 nm 크기로 천연의 HDL과 비슷한 크기이다. 콜레스테롤은 우리 세포에서 필수적인 성분중 하나이지만 만성적으로 과량 존재할 경우 생체내 혈관에서 서로 뭉쳐서 혈액의 흐름을 방해해 치명적인 질병을 야기할 수 있다. 그러나, HDL이 있을 경우는 이야기가 달라진다. HDL은 콜레스테롤을 간으로 수송하여 죽상동맥경화증(atherosclerosis)을 막아주는 역할을 한다. 이번 연구성과는 노스웨스턴대학의 화학과와 약학과의 공동 연구로 향후 개발된 합성 HDL의 생체 적용을 위한 연구와 콜레스테롤과 결합하는 특성 평가에 주안점을 둘 것이라고 한다.

(*J. Am. Chem. Soc.*, January 2009)

카드뮴을 포함하지 않는 고효율 형광발광 바이오 표식용 나노입자

일본 산업기술총합연구소(AIST) 광파제어 디바이스그룹의 무라세 노리오(村瀬至生) 연구원 등은 물에 분산되어 장기간 안정적이며 형광발광 효율이 높은(적색에서 68%) 인화인듐(InP) 나노 입자 개발에 성공했다. 이 나노 입자는 InP를 핵으로 외층이 황화아연(ZnS)으로 피복된 InP/ZnS 코어셸형 구조로 되어 있다. 반응 조건을 제어함으로써 ZnS 피복을 두껍게 하여 발광 효율 및 화학적 안정성을 향상시켰다. 동시에 나노입자표면에 유허을 포함하는 계면활성제를 결합시켜 바이오 응용에 필수가 되는 물분산성을 부여했다. 지금까지 연구용 배양 세포 등의 생체 내 미량물질의 양이나 분포 및 움직임을 관찰하기 위한 형광성 나노 입자로서 ZnS가 피복된 셀렌화카드뮴(CdSe)이나, 황화카드뮴(CdS)이 피복된 텔루륨화카드뮴(CdTe) 등이 이용되었다. 이들도 물분산성을 적용할 수는 있지만 카드뮴에 의한 세포사(細胞死)를 야기하기 때문에 응용 범위가 한정되었다.

이번 연구로 개발된 나노 입자는 지금까지의 카드뮴 함유 나노 입자에 비해 보다 넓은 범위에서 응용될 것으로 기대된다.

암치료에 적용이 가능한 나노기술기반의 약물전달 버블 개발

암으로 투병하고 있는 이들에겐 생명유지의 불안뿐만 아니라 약물 치료방법들의 견디기 힘든 부작용으로도 많은 고통을 겪고 있다. 최근 텔아비브대학의 연구진이 개발한 나노기술기반의 약물전달 버블기술은 이러한 암치료의 고통을 경감시켜줄 전망이다. 암을 치료할 수 있는 약물을 암세포에만 전달하고, 이를 통해 정상세포가 받게 되는 손상을 최소화하여 부작용을 줄이고 암치료 효율을 높일 수 있다는 것이다.

새로운 약물전달 기술을 개발한 텔아비브 대학의 Rimona Margalit 교수는 “아주 작은 크기의 버블에 치료용 약물을 함입시켜 암세포가 자라는 부위로 약물을 효율적으로 이동시키는 방법을 고안해내었다.

나노기술기반의 버블은 암치료 이외에도 당뇨, 관절염, 다양한 전염성 질환 등에도 적용이 가능하여 그 활용범위가 넓다”고 연구성과를 설명하였다.

(*J. Control. Release*, December 2008)

현존하는 최고의 표면적을 갖는 나노다공성 물질

미시간 대학의 화학과 조교수 Adam Matzger가 주도한 연구팀은 지금까지 개발된 어떤 다공성 물질보다도 표면적을 상당히 높은 나노 다공성 물질을 개발하였다. 표면적은 촉매의 활성에서부터 물의 무독성화 및 탄화수소의 정제에 이르기까지 다양한 분야에 영향을 미칠 수 있는 중요하고도 본질적인 성질이다. 수 년 전까지 다공성 물질의 표면적 상한선은 3,000 m²/g으로 여겨졌었다. 2004년 Matzger가 포함된 미시간대학의 연구팀은 MOF-177이라고 알려진 물질을 개발하면서 새로운 기록을 남겼다. MOF-177은 새로운 종류의 재료인 금속-유기 복합소재(metal-organic frameworks)로, 금속의 중심체가 유기화합물에 의해 연결된 구조로 되어 있다. 1 g의 MOF-177은 풋볼 경기장 크기의 표면적을 갖는다. 이 한계를 극복하는데 어려웠지만, 연구팀은 새로운 물질인 UMCM-2(University of Michigan Crystalline Material-2)를 개발하였고, 이것은 5,000 m²/g 이라는 놀라운 표면적을 갖는 물질이었다.

연구팀은 새로운 물질을 생산해 내기 위해서 배위공중합(coordination copolymerization)이라는 방법을 이용하였다. 이전에도 유사한 물질인 UMCM-1을 만들기 위해 동일한 기법을 사용한 적이 있다. 원료의 다른 조합을 통해, 연구팀은 UMCM-2에 도달할 수 있었으며, 이는 다양한 크기의 공간을 가지면서도 UMCM-1에는 있는 채널을 갖고 있지 않는다. 다량의 수소를 촘촘하게 저장할 수 있는 새로운 재료의 필요성이 대두되는 시점에서, 다공성 물질의 표면적 향상은 저장 용량의 증대로 이어질 것이라는 기대를 낳고 있다. 그러나, UMCM-2의 수소저장능력은 높으면서도 현재 동일한 부류의 재료보다 높지는 않은 것으로 보아, 수소저장에 단지 표면적이 중요한 인자가 아님을 시사하고 있다.

(*J. Am. Chem. Soc.*, March 2009)

정렬된 폴리머 어레이를 만드는 톱니 모양의 사파이어

차세대 마이크로전자장치를 위해서 나노크기 구성요소를 잘 정렬된 고밀도 어레이로 만드는 것은 쉬운 일이 아니지만 매사추세츠 주립대학(University of Massachusetts Amherst)과 캘리포니아 대학(University of California Berkeley) 연구진은 이것을 쉽게 할 수 있다는 것을 증명했다. 이 새로운 기술은 상업적으로 사용되고 있는 사파이어 웨이퍼 표면 위에 블록 공중합체(block copolymer)의 박막을 층으로 만드는 것이다. 이것은 균일한 톱날 모양의 패턴 속으로 폴리머 원자를 채배열시킨다. 이 프로세스는 거의 결합이 없는 높게 패터닝된 대면적 박막과 조밀한 나노구조를 만든다. 이 기술은 전자 장치의 데이터 저장 용량을 매우 향상시킬 수 있을 것이라고 연구진은 말했다. 이 연구는 블록 공중합체의 박막에서 분자들이 표면 위로 분산될 때 정렬된 패턴 속에 자기 조립한다는 사실을 이용했다. 이 프로세스의 유일한 문제는 범위가 증가함에 따라 정렬이 깨지는 것이다.

연구진은 상업적으로 사용하는 “miscut” 사파이어 결정 표면 위에