

나노 바이오기술

나노기술(Nanotechnology)이란 1965년도 노벨 물리학상 수상자인 Richard P. Feynman이 칼텍에서 행한 1959년도의 강의에서 처음으로 예견한 것으로 그가 거론한 분자들의 직경이 나노미터 단위라고 한데서 유래하였다. 이는 10억분의 1이라는 정밀도를 바탕으로 원자나 분자를 조작해 새로운 물질을 만들고 시스템을 창조하는 기술로서 나노기술이 의미를 갖는 것은 물질의 최소 단위로 알려진 분자 또는 원자의 세계로 진입하여, 이를 조작하고 활용할 수 있다는 점 때문이다. 즉 물질의 최소 단위에 까지 인간의 통제력이 미치는 엄청난 변화의 가능성을 내포하고 있기 때문이다.

한편 21세기 지식기반 산업을 이끌어갈 신기술로 많은 기대를 모으고 있는 것 중에 하나는 바로 바이오기술(Biotechnology)이다. 바이오기술을 이용하여 제품을 생산하는 바이오산업이 유망 산업으로 주목받고 있는 이유는 이 분야가 고부가가치, 고성장 산업으로 기대될 뿐만 아니라 다른 산업에 대한 파급효과가 매우 커서 21세기 초반 산업 패러다임의 혁명을 선도할 것으로 예상되기 때문이다. 바이오기술의 진보는 현재 보건의료 분야에 한정되어 있으나 점차적으로 식품, 화학, 환경, 에너지 등으로 그 기술적 파급효과가 확대될 것으로 전망되고 컴퓨터, 전자 및 정보처리 기술 등과 융합 발전되어 새로운 산업 영역의 개척에 크게 기여할 것으로 사료된다. 특히, 나노기술과 융합된 나노바이오기술은 단순한 분자 약품의 개발뿐만 아니라 미세 나노장치의 개발에 따른 분자수준에서 생명체의 생물학적 구조와 기능을 밝혀낼 수 있는 기술로서 비록 세계적으로 시작단계임에도 불구하고 21세기 인류의 생활을 근본적으로 바꾸어 놓을 수 있는 꿈의 기술로 평가되고 있다. 이에 현재 진행되고 있는 나노 바이오기술을 예를 들어 소개하면 다음과 같다.

미국 Burnham Institute와 샌디에이고 소재의 캘리포니아 대학의 연구자들은 살아있는 쥐의 암 세포조직으로 유도되는 무기/유기 나노기계체의 연구 결과를 2002년 10월에 발표하였다. 이는 나노수준의 반도체 입자를 특정 세포조직을 인지하는 유기물인 펩타이드로 코팅하는 방식으로 제작되었다.

이 연구에서 나노입자로 밝은 빛을 방출하면서 상대적으로 안정적인 특성을 가지고 있으며 그 입자의 크기와 조성에 따라 방출되는 빛의 파장을 조절할 수 있는 quantum dots이 사용되었으며, 그 크기는 10nm 미만이다. 이 물질의 빛을 발하는 특성은 발산되는 빛의 특성을 원하는 대로 조절하는 것이 가능하기 때문에 이를 추적하는데 무척 용이하다. 그리고 암 세포조직에 선택적으로 유도되는 유기물인 펩타이드는 Erkki Ruoslahti, M. D. 박사에게 의해 개발되었으며, 이 연구에서 사용된 펩타이드의 최소단위는 9개의 아미노산으로 구성되어 있다. 2002년 11월 DDT(Drug Discovery Today)에 발표된 형광 표지된 펩타이드의 종양세포 유도 이미지는 다음과 같으며 펩타이드의 서열은 CGNKRTRGC이다. (a)에서 펩타이드 형광 (녹색)은 혈관 (붉은색)과 겹치지 않은 보여주고 있으며, (b)에서 펩타이드 (녹색)이 유도되어 림프관의 내피세포 안에 있음을 보여준다.

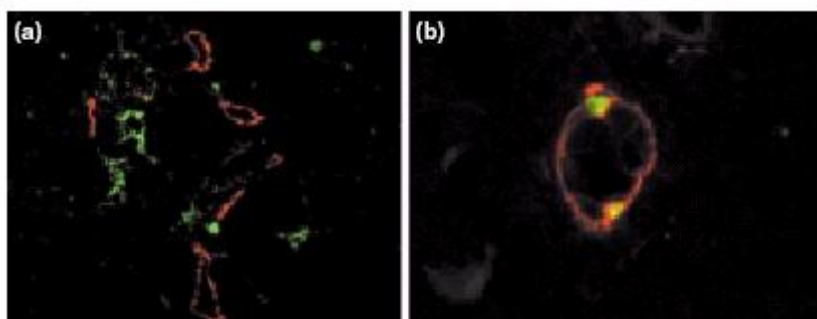


그림 1. 형광 표지된 펩타이드의 종양세포 유도 이미지

이 연구는 나노바이오기술을 사람의 질병을 치료하는데 이용할 수 있다는 첫 번째 연구사례로 그 의의가 있으며, 약물을 전달하거나 질병을 진단하고 세포조직의 화상을 얻는 새로운 기술을 개발하는 그 응용범위가 넓다.

미국 Northwestern 대학의 Chad A. Mirkin 연구팀은 나노입자를 이용하여 감염성 질환을 감식하는 새롭고 강력한 방법을 개발하여 이를 2002년 8월 저명 학술지인 Science에 발표하였다. 이들이 개발한 감염성 질환을 감식하는 나노크기의 탐식자 (probe)는 13nm 직경의 금 나노입자에 감염성 질환인 A형 간염 바이러스, 우두, 에이즈 바이러스 등을 감지할 수 있는 단일 스트랜드 DNA에 Raman dye를 표지하는 것으로 구성된다. Science에 발표된

간단한 도면을 나타내면 다음과 같다.

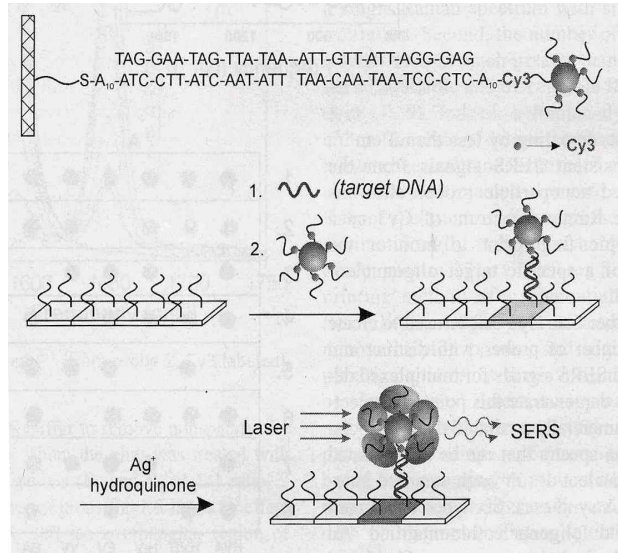


그림 2. 목적 DNA (RNA)의 다중 측정을 실험적 모식도

위 실험적 모식도에서 Cy3는 커다란 Raman cross 부분을 가지고 있기 때문에 Raman 표지로 사용되었으며, 은(Ag)을 이용한 신호 강화는 금 나노 입자의 전자기장 형성의 부족을 보충해주기 위함이다. Chad A. Mirkin 연구팀은 위와 같은 실험적 모식도를 토대로 이를 A형 간염 바이러스(HVA), B형 간염 바이러스 (HVB), 에이즈 바이러스 (HIV), 에볼라 바이러스 (EV), 우두 바이러스 (VV), *Bacillus anthracis* (BA)에 적용하였다.

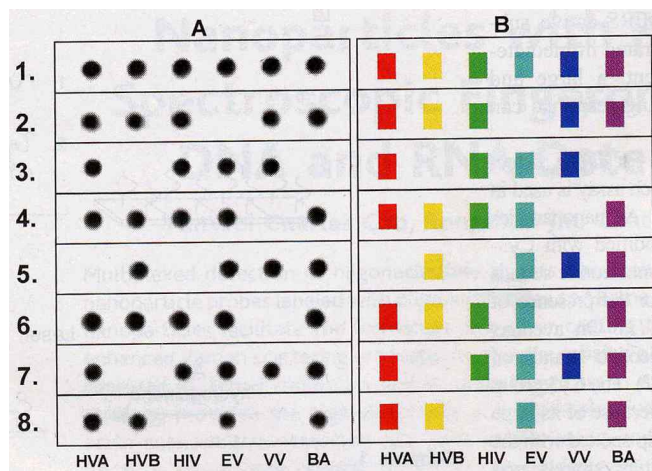


그림 3. 6종류의 감염성 질환에 대한 적용 예

그림 3.의 (A)는 은(Ag)을 이용한 신호 강화후의 스캐너 이미지이며 (B)는 각 Raman dye에 해당하는 분광 이미지이다. HVA는 Cy3, HVB는 Tamra, HIV는 Texas-Red, EV는 Cy3.5, VV는 Rhodamine 6G, BA는 Cy5에 해당하는 Raman dye를 표지 시켰다. 위에서 보여진 대로 단일 색을 이용한 방법으로는 만약에 DNA간의 이중 교배 (cross hybridization)이 발생할 경우 이를 분간하기 어려우나, 다중 색을 이용한 방법으로는 이것이 가능하고 최적화가 되지 않은 실험적 분해능은 20fM이었다. 그 외에 Chad A. Mirkin 연구팀은 이를 Single nucleotide polymorphisms (SNPs)에도 적용시켜 보았으며 이에 우수한 결과를 얻었다. 소개된 대로 이 방법은 민감도, 선택성, 속도면에서 기존의 질환 감식 방법을 능가하고 감식에 있어서 높은 부가가치를 가지며 전통적인 감식 방법에 비해 상당히 다양한 신호를 제공해 줄 수 있다.

그 밖에도 캘리포니아 대학에서 개발한 단백질과 DNA를 선택적으로 분리할 수 있는 나노필터, 오스틴 텍사스대학에서 개발한 바이러스를 이용한 생체 반도체, 체내에서 약물이 작용부위로 이동하는 것을 도와주는 나노크기의 미세한 약물전달물인 나노 약물전달체 등 전세계적으로 이에 대한 연구가 활발히 진행되어가고 있는 실정이다.

앞서서 소개된 대로 나노바이오기술은 비록 세계적으로 시작단계임에도 불구하고 21세기 인류의 생활을 근본적으로 바꾸어 놓을 수 있는 꿈의 기술임에 의심할 여지가 없으며, 정보분야, 재료분야, 에너지 분야, 환경분야, 의학분야 등 사회 전분야에 걸쳐 커다란 파급효과가 있을 것이다. 이러한 나노바이오기술이 발전하기 위해서는 전자공학, 화학, 재료공학, 화학공학 등 다양한 기초과학 및 공학분야의 참여가 동시에 이루어져야 할 것으로 사료된다.