

바이오메디컬 용도의 섬유

바이오메디컬용 재료는 생체 내부 및 외부에서 사용되는 합성 및 천연 재료로 만든 섬유상의 텍스타일 구조체로 환자의 치료 및 건강 증진을 위한 목적으로 사용된다. 바이오메디컬용 텍스타일 재료로는 면, 폴리에스터, 나일론 등 다양한 천연섬유 및 합성섬유가 사용된다. 그 중 실크는 거미와 누에고치가 만드는 천연 단백질로 이루어져있다. 실크 기반의 바이오메디컬 재료는 수 세기 동안 봉합 수술에 사용되어 왔으며 최근 혁신 소재로 연구가 활발히 이루어지고 있다.



<그림 1> 바이오메디컬 제품

실크는 상처를 치료한 후에 쉽게 용해되고 염증 반응을 일으키지 않기 때문에 의료용 소재로서 각광받고 있다. 실크에 함유된 피브로인은 섬유 형성이 가능하며 생체 적합성이 우수하다. 또한, 무독성이고 적절한 탄성 및 기계적 성질을 지녀 의료공학용 소재로서 안전성 및 다목적성을 가진다. 생체 내에서 면역반응을 유발할 수 있는 면역원성(immunogenicity)이 낮으며, 세포 부착 및 증식능력을 촉진시킬 수 있어 세포 배양 기술 측면에서도 장점을 지닌다. 조직공학(tissue engineering)용 섬유나 바이오 재료는 시간이 지남에 따라 안전하게 분해되는 것이 중요하므로 콜라겐 또는 실크 등의 천연 섬유를 이용한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

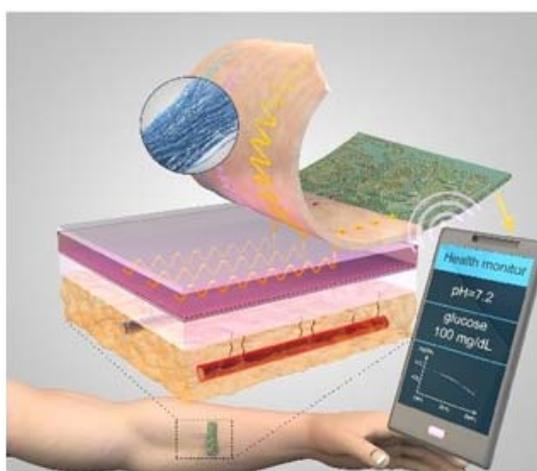
실크 기반의 바이오메디컬 재료는 대량 생산이 가능하고 내구성이 뛰어나며 가공 방법이 간단하여 바이오메디컬용 텍스타일 및 섬유 기반의 임플란트 제조에 주요 물질로서 사용되어 왔다. 주로 봉합, 동맥 이식, 임플란트 및 보철 등의 장치와 기술

에 사용된다. 최근 성인 피부조직의 회복을 촉진시키는데도 용이한 것으로 입증되었다. 실크 피브로인의 섬유상 단백질과 생체적합성은 조직공학 발전에 큰 기여를 하고 있다.

미국 메사추세츠주 터프츠 대학(Tufts University of Engineering) 연구진은 실크를 이용한 생체의학 연구에 앞장서고 있다. 실크를 이용한 스펀지, 필름 및 하이드로겔 등을 개발하여 나노기술, 마이크로 유체학, 광학, 점착제(adhesives), 그리고 조직공학 등 의료계 다양한 분야를 개척하고 있다. 연구진은 실크 형성시 복잡한 화학공정이 없어 재료로 이용하기에 용이하며, 실크 단섬유가 압축, 인장 및 안정성 측면에서 우수한 성질을 지니는 등 다양한 장점을 가지고 있다고 하였다.

또한, 2012년 터프츠 대학 연구진은 누에고치의 실크 단백질을 이용하여 세계 최초로 고분자 물질로만 만들어진 뼈 지지체(bone scaffold)를 개발했다. 실크 단백질 마이크로 파이버(micro-fibers)를 실크 단백질 고분자 지지체에 결합시켜, 생분해성을 가지며 압축 강도가 우수하고 뼈 형성의 가능성을 향상시킬 수 있는 복합체이다.

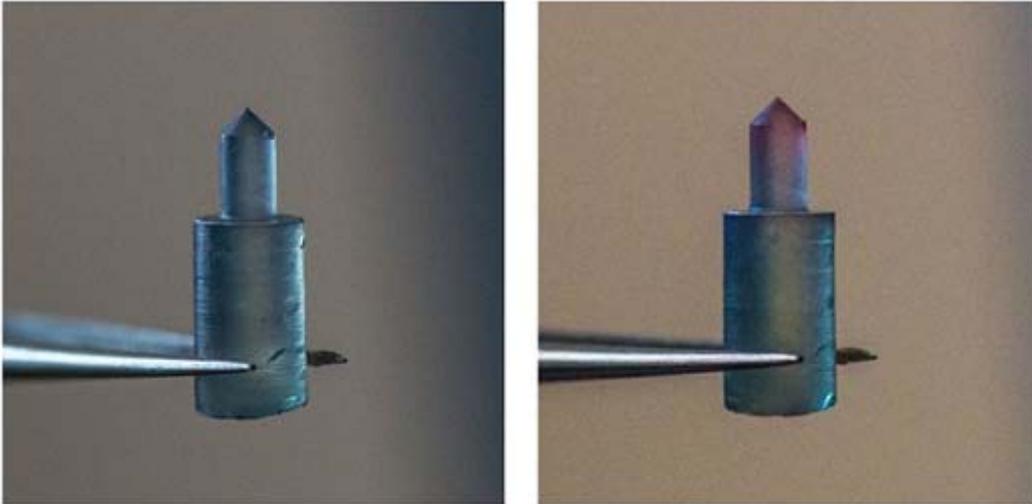
의료분야에서 실크를 비롯한 여러 섬유의 활용은 앞으로도 전망이 밝은 것으로 예상된다. 터프츠 대학 연구진은 2016년 또 다른 연구에서 면과 합성섬유를 이용하여 첨단기술을 접목한 실을 개발했다. 개발된 실은 환자의 신체 조직을 봉합시, 의료 상태에 관한 진단 데이터(diagnostic data)를 수집하는 기능을 지녔다.



<그림 1> 피부 조직 층을 통과한 실이 세포를 직접 둘러싸고 있는 액체인 간질액(interstitial fluid)으로부터 pH 및 포도당 농도에 관한 데이터를 수집하고, 이를 전도

성 실을 통해 무선 송신기로 전달한다. (출처 : Tufts University)

또한, 연구진은 실크 단백질을 사용하여 사전 프로그래밍(pre-programing)이 가능한 고형물을 개발했다. 예를 들면, 실크 피브로인 수술용 핀(pin)은 수술 시 실패나 결함을 나타내기 위해 색이 변하도록 고안되었다.

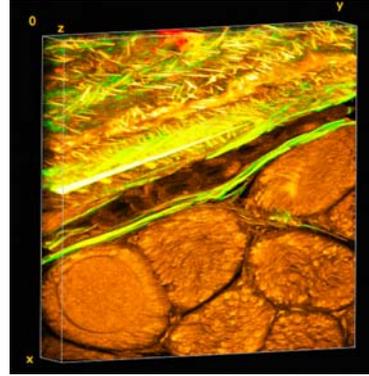


<그림 2> 실크 피브로인 수술용 핀이 항복점(yield point)에 다다르자 푸른색에서 붉은색으로 색상이 변한다. (출처 : Tufts University)

영국 노팅엄 대학교(University of Nottingham) 연구진은 항생제 특성을 부여한 합성 거미 실크를 설계하는 기술을 개발했다. 대장균 (*E. coli*)을 실크에 융합하고 분자구조를 변형하여 봉대의 품질을 향상할 수 있었다. 이 개발품은 약물 전달(drug delivery) 및 감염 예방 측면에서 혁신적인 결과를 가져올 것으로 기대된다.

미국 텍사스 대학(University of Texas) 연구진은 나일론 사 및 고분자 낚싯줄과 같은 꼬인 섬유(twisted fibers)로 만든 인공 근육을 개발했다. 대부분의 재료와는 달리, 고분자 섬유가 가열될 때 짧아지는 성질을 이용하여 모양 및 크기 변화가 가능하다고 한다.

호주 뉴 사우스 웨일즈 대학(University of New South Wales) 연구진은 첨단 제작기술 및 합성 섬유를 이용하여 인간 뼈의 표면을 싸고 있는 조밀한 섬유상 막인 뼈막(periosteum)을 모형화한 직물을 개발했다.



<그림 3> 컴퓨터에 의해 전자적으로 제어되는 자카드 직기(좌) 및 엘라스틴(녹색)과 콜라겐(노란색)으로 제직된 섬유상 뼈막(우) 사진 (출처 : New South Wales University)

이상과 같은 섬유들은 전 세계에 걸쳐 혁신적인 소재로 입증되고 있다. 위험성이 높은 금속 물질과는 달리 섬유의 적응성(adaptable) 및 유기적 특성으로 인해 기술 혁신이 성공적으로 촉진되고 있다.

♠ AATCC News (2017년 9월 12일)