

Oil-prepolymer 계면에서의 수소이온 확산을 통한 마이크로 플루이딕 칩 기반의 alginate hollow tube 제조
Production of alginate hollow tube by diffusion of hydrogen ions at
oil-prepolymer interface using a microfluidic chip

이재선*, Buu Minh Tran, Phuoc Quang Huy Nguyen, 이내운
 가천대학교 바이오나노학과(E-mail: nylee@gachon.ac.kr)

초 록: 알지네이트 하이드로 젤은 해조류에서 추출되는 천연 고분자인 알지네이트가 칼슘 또는 마그네슘 양이온과 이온 가교(Ionic cross linking)를 형성할 때 알지네이트의 고분자 구조가 칼슘, 마그네슘 양이온을 감싸면서 형성되는 고분자이다. 알지네이트 하이드로 젤은 높은 생체적합성(Biocompatibility)으로 인해 세포 재생을 위한 조직공학 및 재생의학, 약물전달 등의 제약 관련 분야에 광범위하게 적용될 수 있는 물질로 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 마이크로 플루이딕 칩을 이용하여 알지네이트 튜브를 제조하였다. 먼저 유동 포커싱 방식(flow focussing)을 유도할 수 있는 PDMS(Polydimethylsiloxane) 마이크로 플루이딕 칩을 제조하였다. 마이크로 플루이딕 칩은 CNC(Computer Numeric Control) milling machine을 이용한 template를 만들고 NOA mold를 이용하여 최종 PDMS 칩을 제작하였다. 튜브를 만들기 위한 마이크로 채널은 내부 채널 (200x200 um), 중간 채널 (200x200 um) 및 외부 채널 (200x200 um)로 구성되며 내부, 중간, 외부의 유체가 합류하는 수집채널은 폭 500 um, 깊이 200 um로 구성되었다. 운반체로는 5%의 acetic acid를 함유한 mineral oil를 이용하였으며 내부의 core flow는 H₂O로 하였다. 중간 유체인 2% 알지네이트 프리폴리머는 칼슘 이온의 존재 하에서 젤화 과정이 매우 빠르기 때문에 마이크로 채널 내부에서의 반응을 제어하고 막힘을 방지하기 위해 수용성 복합 칼슘-에틸렌 디아민 테트라 아세트산 (EDTA)을 사용하였다. 본 마이크로 플루이딕 칩에 각각의 유체를 이동시켰을 때, 운반체인 oil phase의 수소이온은 중간 유체인 알지네이트 프리폴리머와의 계면을 통해 확산되어 Ca-EDTA 복합체로부터 칼슘 양이온의 방출을 유발하게 된다. 방출된 칼슘 양이온은 알지네이트 고분자와의 이온 가교를 통해 알지네이트 하이드로 젤을 형성하여, 각 유체의 flow에 따라 알지네이트 튜브를 쉽고 빠르게 제조 가능하였다. 본 연구에서 제조된 알지네이트 튜브는 인체 내 장기간 약물 전달을 위한 나노섬유로 활용하거나 인공혈관을 구성하는 extracellular matrix로 활용될 잠재력을 가지고 있어 추후 활발한 연구개발이 진행될 예정이다.