

1. 서론

의료용고분자는 노쇠해가는 인체의 일부분이나 질병 또는 사고 등으로 잃어버린 기능을 대체 또는 보충하기 위해 사용된다. 의료용고분자는 다양한 의학, 치의학 및 약학 분야에서 사용되고 있고(Table 1), 임상적으로 성공적인 의료용고분자 개발을 위해서는 의학, 약학, 이학, 공학 등의 전문가들의 다학제간 협력이 필요하다[1]. 의료용고분자 세계시장은 2013년 23억 달러에서 2018년에는 35억 달러로 성장할 전망으로 보고되고 있다. 현재 대부분은 이식용으로 사용되고 있고, 진단시스템용 고분자의 매출이 10억 달러이상 증가할 것으로 예측된다[2]. 우리나라도 고령화 사회로 진입하면서 인공장기를 비롯하여 의료용고분자 관련 수요가 기하급수적으로 늘고 응용범위도 다양해질 것으로 예상된다. 본 연구 IP에서는 다양한 의료용고분자 중에서 최근 관심이 증가하고 있는 조직공학(tissue engineering)에 사용되는 하이드로젤용 의료용고분자에 관한 기본 개념과 최근 연구동향 등의 정보를 집중적으로 제공하고자 한다.

Table 1. 의료용고분자의 응용 예

응용분야	의료용고분자 재료
콘택트렌즈, 인공수정체	PHEMA, PMMA,
치아	PMMA, PC
식도, 기관	PE, PU
심장, 심장판막	PU, PVC, collagen
유방	silicone, PU
신장	cellulose, PAN, PSF, EVAL, PP
혈관	polyester, PTFE, PU
혈액	PVP
관절	UHMW PE
뼈	PMMA
인대, 힘줄	polyester, PP, PTFE, silicone
피부, 화상치료제	collagen, silicone, agarose, PU
봉합사	PP, polyester, nylon, silk
PHEMA, poly(2-hydroxyethyl methacrylate); PMMA, poly(methyl methacrylate); PC, polycarbonate; PE, polyethylene; PU, polyurethane; PVC, poly(vinyl chloride); PAN, polyacrylonitrile; PSF, polysulfone; EVAL, poly(ethylene-co-vinyl alcohol); PP, polypropylene; PTFE, polytetrafluoroethylene; PVP, poly(vinyl pyrrolidone); UHMW PE, ultra-high molecular weight polyethylene	

1.1. 조직공학(tissue engineering)

조직공학은 질병 또는 사고로 인해 조직이나 장기의 손상을 입은 환자들에게 인공(man-made) 조직이나 장기를 제공할 수 있는 새로운 방법으로서, 일반적으로 환자 자신의 세포와 지지체(scaffold)의 사용으로 재생 또는 대체할 수 있다[3]. 간단하게 설명하자면 조직의 일부만 채취한 후 이 중 필요한 세포를 분리 및 배양하여 충분한 세포수를 확보한다. 이 세포들은 3차원 구조의 지지체와 함께 배양되어 조직으로 성장된 후 외과적 수술 또는 주사기 등을 사용하여 환자에게 다시 이식된다(Fig. 1)[4]. 이 때 지지체는 체내 조직의 세포외기질(extracellular matrix)의 다양한 역할을 모방하게 된다. 즉 지지체는 부착, 증식, 분화 등과 같은 세포의 역할과 기능, 재생될 생체조직의 구조 및 수용성 인자와 영양분 그리고 대사산물들의 확산 등의 조절을 가능하게 한다.

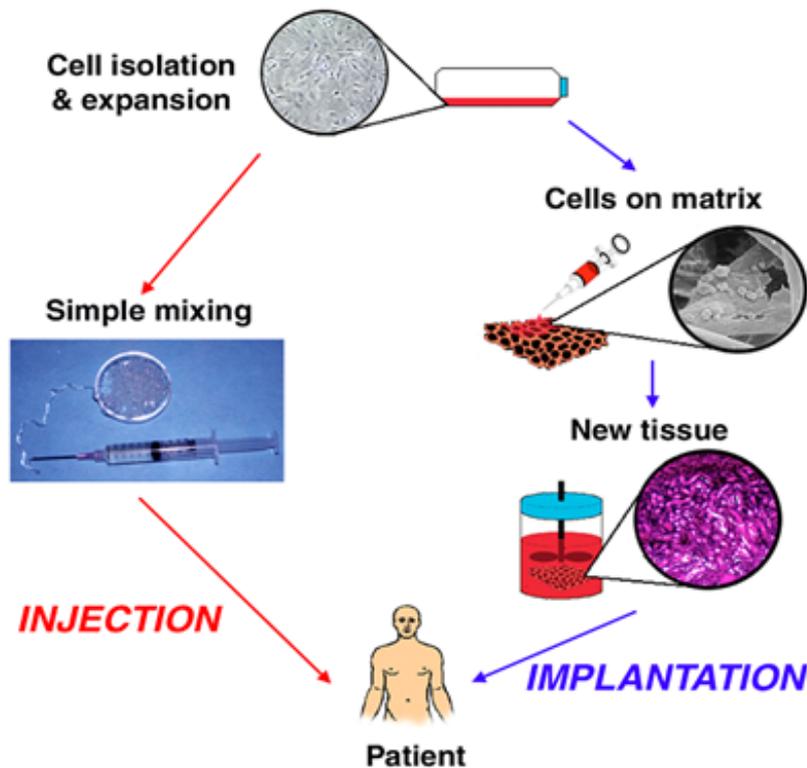


Fig. 1. 조직공학의 기본 개념도

조직공학용 지지체는 주로 의료용고분자를 이용해서 제작된다. 지지체의 설계 및 제작에서 가장 중요한 요소 중의 하나는 세포와 지지체 사이의 상호작용을 조절하는 것이다. 세포-지지체 상호작용은 생물학적인 상호작용(예: 수용체-리간드 상호작용), 고분자 지지체의 물리적인 특성(예: 기계적 물성과 생분해속도), 그리고 지지체로부터의 수용성

인자(예: 성장인자, DNA)의 방출속도를 제어함으로써 조절 가능하다. 이러한 상호작용을 적절하게 조절하여 세포의 유전자 발현을 제어함으로써, 필요한 기능을 갖추고 임상적으로 성공적인 조직을 생성시킬 수 있다. 현재 조직공학 기법에 의하여 피부와 연골은 상용화되어 시술은 받을 수 있고, 그 외 동맥, 방광, 그리고 뼈를 포함하는 많은 조직들은 동물실험 또는 임상실험 단계에 있다[5].

1.2. 하이드로젤(hydrogel)

일반적으로 하이드로젤은 세포외기질과 유사하게 수화된 구조를 가지고 있어서 생체적합성이 좋다고 알려져 있다. 또한 주사기 등을 사용하여 비교적 작은 상처만 남기고 생체에 주입될 수 있는 장점을 가지고 있다. 하이드로젤은 친수성 고분자로 이루어진 3차원의 구조체로서 많은 양의 물을 함유하고 있다(일반적으로 50% 이상). 하이드로젤은 고분자를 화학적(예: 공유 가교) 또는 물리적(예: 이온 가교)으로 가교시켜 제조할 수 있다(Fig. 2)[6]. 하이드로젤은 최소침습법으로 인체에 약물 및 세포를 전달할 수 있는 장점이 있으므로 조직공학을 포함한 다양한 의공학적인 응용에 이용되어 왔다(Fig. 3).

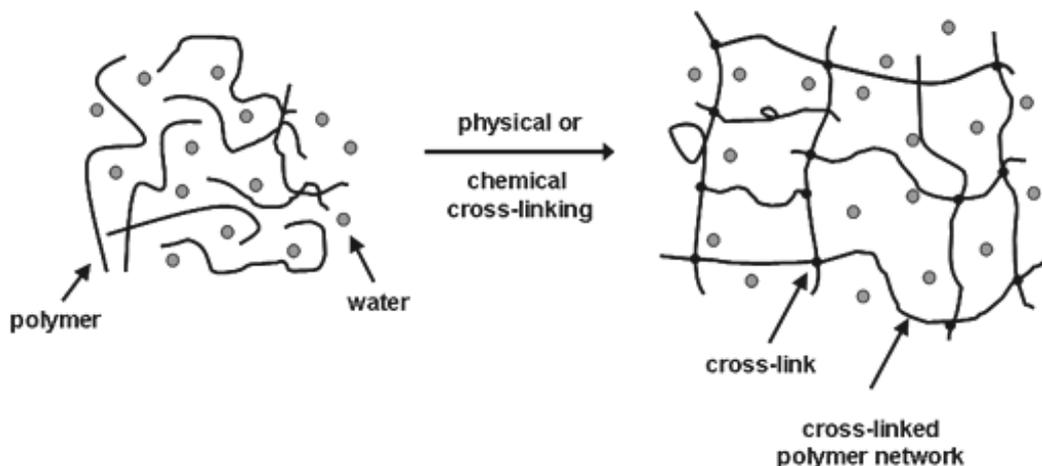


Fig. 2. 화학적 또는 물리적 가교에 의한 하이드로젤 형성 모식도

현재까지 많은 천연 및 합성 고분자들이 조직공학용 하이드로젤에 사용되어 왔으나, 어떠한 고분자도 조직을 재생하는데 있어서 완벽하고 이상적으로 사용되는 것은 없다. 합성고분자는 유기합성을 통하여 다양한 종류를 제조할 수 있으나 안전성의 측면에서 사용이 매우 제한적이다. 반면 천연고분자의 경우 자연에서 얻을 수 있기 때문에 비교적 안전성이 보장되나 선택의 종류가 많지 않고 물리적인 성질이 제한적이다. 따라서 조직공학용 지지체로 사용되는 하이드로젤을 형성할 수 있는 다양한 고분자의 종류 및

이상적인 지지체를 제조하기 위한 설계 요소(design parameter)에 관하여 정보를 제공하고자 한다.

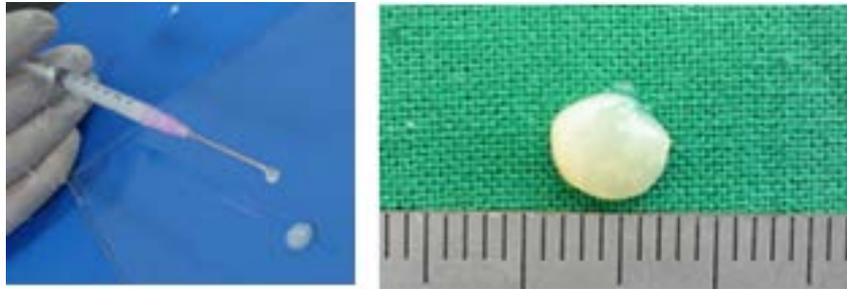


Fig. 3. 주사 주입형 고분자 하이드로젤과 동물모델에서 재생된 연골조직

참고문헌

- [1] D. F. Williams, *Biomaterials*, 30, 5897 (2009).
- [2] Worldwide Medical Polymer Markets: 2013–2020, NanoMarkets (2013).
- [3] R. Langer, J. P. Vacanti, *Science*, 260, 920 (1993).
- [4] K. Y. Lee, D. J. Mooney, *Chem. Rev.*, 101, 1869 (2001).
- [5] M. B. Fisher, R. L. Mauck, *Tissue Eng. Part B Rev.*, 19, 1 (2013).
- [6] K. Y. Lee, S. H. Yuk, *Progr. Polym. Sci.*, 32, 669 (2007).