

Urea 및 이온의 선택적 분리를 위한 음이온교환막의 제조

허광범, 김 민¹, 정경학, 김병식*동국대학교 화학공학과, ¹동국대학교 안전공학과

(bskim@dongguk.edu*)

Fabrication of anion exchange membrane for selective separation of urea and ion

Kwang-Beom Heo, Min Kim¹, Kyung-Hag Jung, Byoung-Sik Kim*Chemical Engineering, Dongguk University, ¹Safety Engineering, Dongguk University

(bskim@dongguk.edu*)

서론

신장질환 환자의 요독증 치료법으로 사용되고 있는 복막투석법은 다량의 투석액을 환자의 복막 내에 주입시킨 후, 투석액과 복막 내의 농도차에 의해 체내의 urea를 제거하는 방식이다[1]. 이 방법은 많은 양의 투석액을 사용하게 됨으로써 장시간의 투석시간을 필요로 하며 복막의 섬유화 현상 및 도관출구 감염 등의 문제점을 갖고 있다[2]. 또한 urea의 제거와 함께 다량의 단백질과 이온(Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^-)이 유출되어 엄격한 식이요법 및 수분제한과 함께 보조약제의 복용이 필요하다는 문제점도 갖고 있다[3]. 이에 어떻게 하면 urea의 제거와 함께 다량의 유익한 이온의 손실 양을 줄이며, 투석액의 소모량을 줄일 수 있느냐 하는 것이 최근 투석법 연구의 초점이 되어왔다[4].

이러한 노력의 일환으로 투석액 중의 노폐물 중 잘 알려진 것으로 urea, 크레아티닌, 요산과 중간 분자량 노폐물을 투석액으로부터 제거하기 위해 흡착에 의한 방법과 urease를 사용하여 가수분해시켜 제거하는 방법이 이용되어 왔다. 흡착을 이용한 방법은 활성탄을 사용하여 urea를 직접 제거하는 방법이다[5]. 그러나 이 경우는 크레아티닌, 요산 및 중간 분자량 노폐물 등이 잘 제거됨이 밝혀졌으나, urea의 제거에는 많은 양의 활성탄이 소요됨이 밝혀졌다[6]. urea를 가수분해시켜 제거하는 방법에서는 urea가 가수분해될 때 인체에 유해한 암모니아를 발생 시킨다. 따라서 암모니아를 제거하기 위하여 암모니아를 sodium zirconium phosphate를 사용하여 침전시켜 제거하는 방법[13], urease와 이온 교환수지를 microencapsulation시켜 암모니아를 제거하는 방법[14], 칼슘, 마그네슘, 암모니아 중에서 암모니아만을 선택적으로 흡착시키는 silicon-coated zeolite에 의한 방법이 연구되어 왔다[15].

이에 본 연구에서는 복막투석액 정화기술 개발에 긴요한 기술요소인 urea를 효과적으로 제거시키는 방법을 연구하기 위한 목적으로 음이온 및 urea의 투과유속을 증가시키고 양이온은 배제시키는 기능성 음이온교환막을 UV-그라프트 중합법을 이용하여 제조하였다.

실험

UV-그라프트 중합은 Fig.1과 같이 두 가지 방법에 의하여 이루어졌다. 첫 번째 방법으로는 광개시제용액에 base membrane을 침지한 후 UV를 조사하여 radical을 생성시키고 따로 준비된 monomer용액에 침지시켜 중합하였다. 두 번째로는 처음부터 광개시제와 함께 monomer를 동시에 혼합하고 base membrane을 혼합용액에 침지한 다음 UV를 조사하여 중합하였다. Base membrane 으로는 polyethylene(PE)과 polycarbonate(PC)의 다공성 막을 사용하였으며 광개시제는 benzoin methylether(BME)을 사용하였다. Monomer로는 4급 암모늄염을 가지는 비닐모노머인 vinylbenzyl trimethyl ammonium chloride (VBTAC)를 사용하였다. 이때 base membrane인 PE와 PC의 표면을 친수화 시키기 위하여 hydroxyethyl methacrylate (HEMA)를 사용하여 미리 VBTAC와 공중합시킨 후 사용하였다.

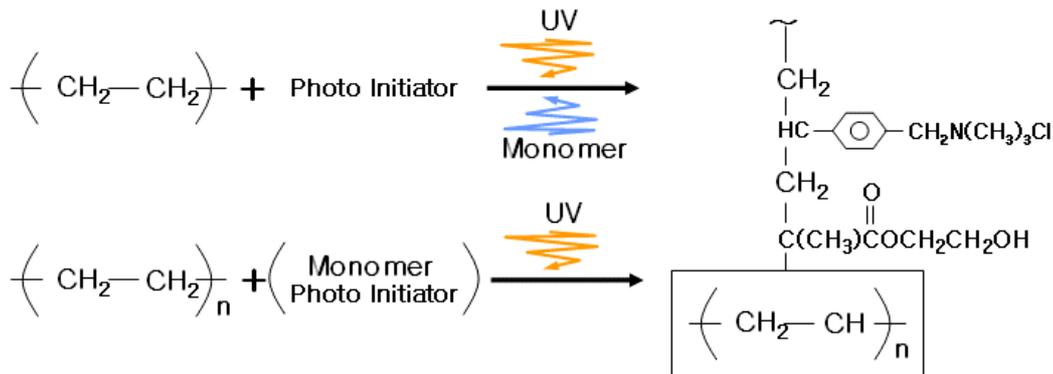


Fig. 1. Schematic diagram of UV-graft polymerization method

Table 1. Composition of monomers

Monomer	Concentration (v/v%)
VBTAC : HEMA (1 : 2 in wt/wt%)	30% In DMF*MeOH (1 : 1 in v/v%)

*DMF = dimethylformamide

VBTAC와 HEMA의 공중합 조건을 Table 1에 나타내었으며, UV는 파장 365nm의 램프를 사용하여 질소분위기 하에서 조사하였다.

중합된 membrane은 표면에 남아있는 미반응 monomer를 제거하기 위하여 메탄올과 초순

수를 이용하여 세척하였으며 중합된 막의 그래프트율은 식(1-1)을 이용하여 구하였다.

$$\text{Grafting}(\%) = \frac{\text{Weight of grafts}}{\text{Weight of original membrane}} \times 100 \quad \text{---- (1-1)}$$

또한 중합된 막의 구조 분석을 위해 FT-IR을 사용하였다.

결과 및 토론

Fig. 2에 VBTAC와 HEMA의 공중합을 확인하기 위하여 FT-IR 분석 결과를 나타내었다. 피크 1750~1700 cm^{-1} 에서는 카르복실기의 C=O 특성피크가 나타났고 1075 cm^{-1} 와 1025 cm^{-1} 에서는 C-N 특성피크가 나온 것으로 보아 VBTAC와 HEMA가 공중합 된 것을 확인 할 수 있었다.

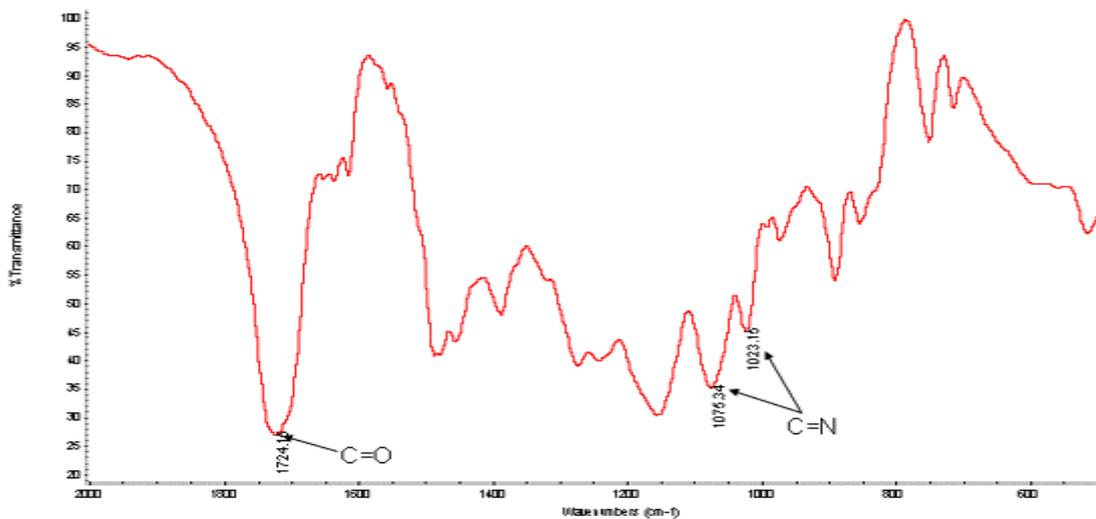


Fig. 2. VBTAC-HEMA 공중합의 FT-IR spectra

Table 2에는 중합된 막의 그래프트율을 나타내었다. PE1은 UV를 조사한 후 monomer에 침지시켜 중합하였고 PE2는 monomer에 먼저 침지시킨 후 UV를 조사하였으며 그외의 조건들은 동일하게 하였다. PE1과 PE2를 비교해 보았을 때 PE2의 그래프트율이 높은 것으로 보아 UV를 조사한 후 monomer를 반응시키는 것 보다는 monomer에 먼저 침지시킨 후 UV를 조사하는 것이 그래프트율을 높이는 데 효과적인 것으로 나타났다. 이는 PE2의 경우 PE표면에 생긴 radical이 소멸되기 전에 바로 monomer와 반응 할 수 있는 기회가 더 많기 때문인 것으로 판단된다. PC의 경우에는 PE2와 같은 방법으로 중합을 하였으며 PE2보다 높은 그래프트율을 나타내었다. PE보다 PC에서 그래프트율이 더 높게 나온 이유는 PE보

다는 PC의 표면적이 넓기 때문인 것으로 판단된다. PC의 pore는 PE의 pore와는 달리 3×10^8 의 pore를 가지고 있으며 cylindrical한 형태를 띠고 있어 UV선이 좀더 깊이 침투할 수 있다. 따라서 monomer가 반응할 수 있는 radical을 PE보다 많이 생성할 수 있어 그래프트율이 높게 나온 것으로 판단된다.

Table 2. Graft ratio of polymerized composite membrane

base membrane	graft(%)
PE1	2
PE2	18
PC	32

참고문헌

1. Y. Nose, *CRC Critical Reviews in Bioengineering*, 1(1972), p.255
2. Comstock TJ. Renal dialysis. In: Young LY, Koda-Kimble MA, eds. *Applied therapeutics: The clinical use of drugs*. 6th ed. Vancouver, WA. 31(1995) pp.1-15
3. Ho nam Chang, Woon Ha Hwang. *HWAHAK KONGHAK* Vol. 17, No. 4, (1979) pp.273 -280
4. W. J. Kolff et al., *Kidney Int. Suppl.*, 7(1976), p.300
5. T. M. S. Chang and N. Malave, *Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organ.*, 16(1976), p.141
6. W. D. Huang and R. E. Sparks, *Proc. Annu. Conf. Eng. Med. Biol.*, 18(1976), p.294
7. Ma H, Davis RH, Bowman CN. A novel sequential photoinduced living graft polymerization. *Macromolecules* 2000;33(2):331-5.
8. A. Gordon et al., *Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organ.*, 17(1971), 253.
9. R.E. Sparks et al., *Advances in Bioeng., Chem. Eng. Prog. Symp. Series*, 67(114) (1971), 133.
10. M. Kosai and Y. Moriuchi, Japan Patent, *KoKai* 78-62791(1978), 519.