

Urea 및 이온의 선택적 분리를 위한 음이온교환막의 제조

허광범¹, 김 민², 정경학¹, 김병식^{1*}
동국대학교 화학공학과¹, 동국대학교 안전공학과²

Preparation of Anion-exchange Membrane for Selective Separation of Urea and Ion

Kwang Beom Heo¹, Min Kim², Kyung Hag Jung¹, Byoung Sik Kim^{1*}
Chemical Engineering Dongguk University¹,
Safety Engineering Dongguk University.²

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].

이에 본 연구에서는 복막투석액 정화기술 개발에 긴요한 기술요소인 urea를 효과적으로 제거시키는 방법을 연구하기 위한 목적으로 음이온 및 urea의 투과유속을 증가시키고 양이온은 배제시키는 기능성 음이온교환막을 제조하였다. 음이온교환막의 제조는 UV그래프트 중합법을 이용하였는데 UV 중합은 환경 친화적이고 저온 중합이 가능하며 반응속도가 빠르기 때문에 생산성이 향상되고 에너지 절감 효과를 가져 올 수 있어 근래에 들어 많이 이용되고 있는 방법이다.

실험

음이온교환막의 제조를 위해 Base membrane 으로는 polypropylene(PP) pore size 0.1 μ m을 사용하였으며 광개시제는 benzoin methylether(BME)을 사용하였다. Monomer로는 4급암모늄염을 가지는 비닐모노머인 vinylbenzyl trimethyl ammonium chloride (VBTAC)와 base membrane인 PP의 친수화를 위하여 hydroxyethyl methacrylate (HEMA)를 사용하였다. UV-그래프트 중합은 Fig.1과 같이 광개시제와 함께 monomer를 동시에 혼합하고 메탄올로 세척한 base membrane을 혼합용액에 침지한 다음 UV를 조사하여 중합하였다.

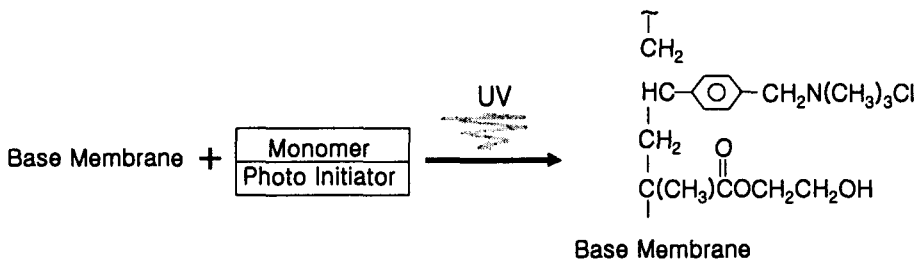


Fig. 1. Schematic diagram of UV-graft polymerization method

UV는 400w 365nm의 램프를 사용하였으며 질소분위기 하에서 5분에서 60분 까지 시간에 따라 중합하였다. 중합된 membrane은 표면에 남아있는 미반응 monomer를 제거하기 위하여 메탄올과 초순수를 이용하여 세척하였으며 중합된 막의 그래프트율은 식(1-1)을 이용하여 구하였다.

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

제조된 막의 투과 성능을 분석하기 위하여 Fig. 2와 같은 장치를 사용하였다. 항온상에서 Feed side에는 NaCl수용액과 Urea수용액을 Sampling side에는 초순수를 넣고 교반기를 돌리면서 시간에 따른 Na^+ , Cl^- 그리고 Urea의 농도를 측정하였다. Na^+ , Cl^- 의 농도는 이온크로마토그래피를 사용하였고 Urea의 농도는 HPLC를 사용하여 측정하였다.

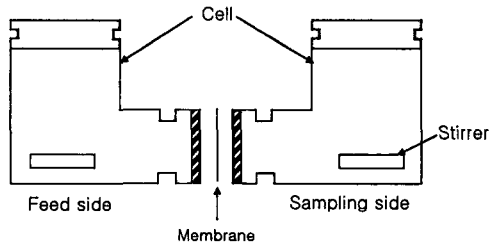


Fig. 2. Schematic diagram of permeable cell

결과 및 토론

UV-graft 중합:

Fig. 3은 PP membrane에 VBTAC와 HEMA로 UV그라프트 중합법으로 제조된 음이온교환막의 FT-IR 분석 결과를 보여주고 있다.

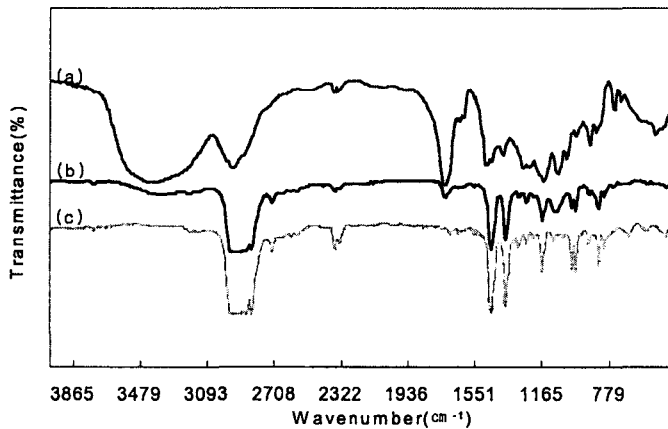


Fig. 3. FT-IR spectra (a) VBTAC + HEMA
 (b) Grafted PP membrane (20% grafted)
 (c) Original PP membrane

피크 $1750\sim 1700\text{cm}^{-1}$ 에서는 카르복실기의 C=O 특성피크가 나타났고 1075cm^{-1} 와 1025cm^{-1} 에서는 C-N 특성피크가 나온 것으로 보아 VBTAC와 HEMA가 그래프팅 되었음을 확인하였다.

UV조사 시간에 따른 그래프트율은 Fig. 4와 같이 조사량이 늘어날수록

그라프트율이 증가하는 결과를 얻을 수 있었다.

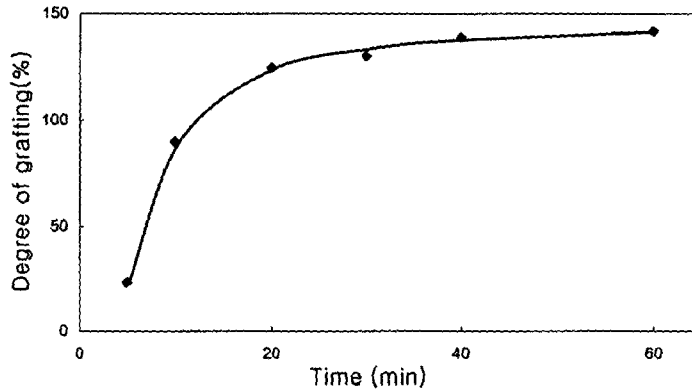


Fig. 4. Degree of grafting by UV-irradiation time

투과도:

NaCl용액의 투과성능을 제조된 막에 의해 실험한 결과 Na^+ 보다는 Cl^- 이온의 투과성이 현저히 크게 나타났다. Feed side 쪽의 Cl^- 이온의 농도는 크게 감소한 반면에 Na^+ 의 농도는 큰 변화를 나타내지 않는 것을 보아 제조된 막이 이온 선택적 기능을 갖고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

Urea용액의 투과실험 결과에서는 그라프트율이 높을수록 Feed side 쪽의 Urea농도가 크게 감소하는 결과를 얻었고 Sampling side 쪽의 Urea농도는 초기에 그라프트율이 높은 쪽이 낮은 경향을 보이다 일정시간 후에는 더 높은 농도분포를 보였다.

참고문헌

1. Y. Nose, *CRC Critical Reviews in Bioengineering*, 1(1972), p.255
2. Comstock T.J. 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