

## 복막 투석액

순천향대학교 의과대학 내과학교실

박민선 · 이은아

### Peritoneal Dialysis Solutions

Min Sun Park, M.D. and Eun Ah Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine,  
College of Medicine, Soonchunhyang University,  
Seoul, Korea*

#### 서 론

말기 신부전증 환자의 투석 치료는 체내에 과도하게 축적된 수분과 요독을 제거하고, 말기 신부전증 환자의 대사 장애를 치료하여 요독증의 임상증상을 최소화하는 데 목적이 있다. 복막투석에서 체내에 고농도로 존재하는 요독은 투석액과 복강에 분포하는 모세혈관 내 혈액 사이의 농도 차이에 따른 확산에 의하여 혈액에서 투석액으로 이동한다. 이에 반하여 투석액 내에 고농도로 존재하는 삼투물질과 완충제는 상대적으로 농도가 낮은 혈액으로 이동하게 된다. 체내에 과도하게 축적되어 있는 수분은 고삼투압성인 투석액과 혈액 사이의 삼투농도 차이에 의한 한외여과에 의하여 혈액에서 투석액으로 이동하게 된다.

복막투석액은 한외여과를 유발하기 위한 삼투물질, 요독성 산증을 교정하기 위한 완충제, 그리고 전해질을 포함하고 있다. 복막투석액의 개발은 1) 수분 및 요독의 충분한 제거: 투석의 적절도 유지 2) 생체 적합성 3) 복막투석 환자에서 흔히 발생하는 영양실조의 개선을 목적으로 한다. 생체 적합성에 관한 문헌들은 1996년 연수 강좌에서 고찰한 바 있어서 (박민선과 이희발, 1996) 본 강에서는 복막투석의 적절도 유지 및 영양상태 개선에 중점을 두고자 한다.

#### 1. 삼투물질

복막투석은 말기 신부전증 환자 1 명당 1 일 8-10 L의 투석액을 매일 수년간 사용하여 체내에 쌓인 수분과 요독을 지속적으로 제거하는 것이다. 체내에 과도하게 축적된 수분은 말기 신부전증에 동반되는 고혈압의 가장 중요한 원인이며 말기 신부전증 환자의 사망률과 유병률을 증가시킨다. 복막투석에서 수분은 고삼투농도의 투석액을 사용하여 투석액과 혈액 사이의 삼투 농도 차이에 의한 한외여과를 이용하여 수분을 제거한다. 삼투물질은 투석액의 성분 중 가장 많은 부분을 차지하므로 투석액 성분 중 가장 중요하다고 할 수 있다.

##### 1-1. 포도당

포도당은 현재까지 가장 널리 사용되는 삼투물질이다. 포도당은 분자량 180 dalton 정도의 소분자 물질로 농도에 비례하여 한외여과를 유발한다. 소분자 물질인 포도당은 복막을 통하여 체내로 흡수되고 투석액 내 농도는 투석 시간이 경과함에 따라 감소하여 한외여과양이 감소한다. 복막 투석 시작 6 시간 후에 투석액에 포함되어 있던 포도당의 약 70%가 체내로 흡수되고 (Park *et al*, 1993), 이는 1 일 4 회 총 8 L 투석액을 교환하는 환자에서 1 일 총 섭취 열량의 약 15-30%에 달한다

(Grodstein *et al*, 1981; Gahl *et al*, 1981). 투석액 내에 포함된 포도당이 체내로 흡수되면 투석액의 삼투농도가 감소하여 결과적으로 한외여과율도 감소한다. 따라서 삼투물질로 포도당을 포함하는 투석액의 효과적인 한외여과 시간은 투석 시작 후 2-3 시간에 불과하고 (Heimbürger *et al*, 1990), 이후부터는 투석액이 체내로 흡수되어 투석 시간이 길어지면 복강내 투석액의 양이 감소한다. 복막을 통한 소분자 물질의 이동이 증가되어 있는 고투과성 복막 기능 환자에서는 포도당 용액 사용시 효과적인 한외여과시간과 양은 더욱 감소하여 체내에 축적되어 있는 수분을 충분히 제거할 수 없게 된다 (Davies *et al*, 1996). 포도당은 고농도로 사용하여도 비교적 안전하고, 체 내에 흡수되면 에너지원으로 사용되며 체내 잔류 물질의 축적이 없고, 가격이 저렴한 장점이 있다. 그러나 투석액에 포함된 포도당이 지속적으로 체내에 흡수되면 말기 신부전증 환자에서 흔히 동반되는 당불내인성, 고지질혈증 등을 악화시키고 고인슐린혈증이 유발된다 (Lindholm *et al*, 1989). 복막 투과성이 증가되어 있는 환자에서는 포도당의 흡수도 증가되어 고혈당증에 의한 합병증 발생이 더욱 심해진다.

고혈당증은 당뇨병성 합병증 발생의 가장 중요한 원인이다 (DCCT Research Group, 1993). 고혈당증이 계속되면 체내 단백질의 변성을 유발하고 이는 여러 번의 중합 과정을 통하여 비가역적인 후기당화산물을 형성한다 (Flier & Underhill, 1988). 후기당화산물은 당뇨병성 합병증의 중요한 병인으로 알려져 있다 (Vlassara *et al*, 1992). 고농도의 포도당 용액을 장기간 사용하는 비당뇨 복막투석 환자의 일부에서 복막의 투과성은 증가하고 한외여과는 감소하며 복막조직 내 후기당화산물의 축적이 증가함이 보고되어 (Nakayama *et al*, 1997) 고농도의 포도당 용액 사용이 복막 내 후기당화산물 축적과 복막 기능 장애에 관여할 것으로 생각된다.

복막투석 환자에서 복막 투석액을 통하여 단백질, 아미노산, 수용성 비타민 등이 배출되며 이는 복막 투석 환자에서 흔히 동반되는 단백질-열량 영양실조를 악화시키는 요인으로 알려져 있다 (Kopple, 1984; Lindholm *et al*, 1989).

포도당을 삼투물질로 사용할 때 발생하는 단점들을 보완하기 위하여 새로운 삼투 물질들이 개발되고 있으며 이는 (Table 1)에 요약되어 있다.

Table 1. Alternative osmotic agents in peritoneal dialysis solutions

Purpose	Materials
To maintain ultrafiltration	Polyacrylate Polyethylenamine Gelatine derivatives Dextran Albumin Polyglucose*
To avoid glucose loading	Glycerol* Sorbitol Fructose Xylitol Mannitol
For nutritional supplements	Amino acids* Peptides Polypeptides

\*Clinically used

1-2. 아미노산

아미노산액은 분자량 75-214 dalton의 소분자 물질의 조합이다. 삼투물질로 포도당 대신 아미노산을 사용하면 포도당에 의한 대사 이상을 방지하고, 투석액에 포함되어 있는 아미노산의 평균 분자량이 포도당과 유사하므로 같은 농도의 포도당 용액과 유사한 한외여과율을 얻을 수 있으며, 아미노산이 체내로 흡수되면 복막투석액을 통한 단백질과 아미노산의 손실을 보충하고, 말기 신부전증 환자에서 흔히 발생하는 negative nitrogen balance를 호전시킬 수 있을 것으로 기대된다 (Jones, 1992). 아미노산을 포함하는 투석액은 말기 신부전증 환자의 아미노산 대사 이상을 효과적으로 교정하기 위하여 필수 아미노산을 주로 함유하고 있다. 1% 아미노산을 함유하는 투석액의 삼투질 농도는 1.36% 포도당을 포함하는 투석액과 유사하며 따라서 한외여과율도 유사하고 복막을 통한 urea와 creatinine의 이동도 포도당을 포함하는 투석액과 비교하여 차이가 없다 (Gahl *et al*, 1981).

1 일 1 회 1% 혹은 1.1% 아미노산 투석액을 사용하면 [(9±2gr (Flier, 1988) - 17.6±2.6gr (Jones *et al*, 1998)]의 아미노산이 흡수되고, 이는 복막투석 후 투석액으로 손실되는 하루 총 아미노산 (3.4±0.9 gr)과 단백질 (5.8±2.4 gr) (Jones *et al*, 1998)의 양을 보충하기에 충분하다. 영양실조가 있는 54 명의 복막투석 환자에서 1.1% 아미노산 용액을 3 개월 동안 1 일 1-2 회 사용한 결과 혈청 insulin-like growth factor-1 (IGF-1)이 증가하고, 혈청 포타슘과 인이 감소하는 등 단백 동화작용이 증가하였고 혈청 알부민, transferrin, prealbumin 값 등과 상완 둘레가 증가하였다 (Jones *et al*, 1998).

아미노산 투석액은 기존 투석액의 단점인 다량의 포도당 흡수와 그와 관련된 합병증의 발생을 방지하고 복막투석 환자의 단백질 영양 실조를 개선하는 장점이 있다. 따라서 영양실조 환자의 영양 개선, 정상 영양 환자에서 영양실조 방지, 고농도 포도당에 의한 합병증 방지 등에 유용하다. 그러나 아미노산 용액은 분자량 75-214 dalton의 소분

자 물질인 다양한 아미노산의 조합이고 6시간의 투석 동안 약 80%가 체내에 흡수되고 (Park *et al*, 1993), 따라서 효과적인 한외여과 시간과 양은 포도당을 함유하는 용액과 유사하거나 더 짧다. 따라서 아미노산 용액은 복막의 투과성 증가에 의한 한외여과 감소 환자에서 한외여과 개선 효과는 기대할 수 없다

아미노산 용액은 포도당 용액과 비교하여 세포 독성이 적고 생체 적합성이 높은 것으로 알려져, 복막 투석 환자에서 포도당 흡수에 의한 부작용 방지, 영양상태 개선과 더불어 장기간 복막 기능을 보존하는데도 도움이 될 것으로 기대하고 있으나 장기간 사용에 따른 부작용에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

1-3. Glycerol

Glycerol은 sugar alcohol로 식품이나 생체 조직 내에 함유되어 있으며 체내에 흡수되어 TCA cycle을 통하여 열량으로 사용되거나 gluconeogenesis에 의하여 glucose 나 glycogen으로 전환된다. Glycerol은 분자량 90 dalton의 소분자 물질로 포도당보다 적은 양으로 포도당 용액과 같은 삼투농도에 도달하여 효과적인 한외여과를 유발한다. Glycerol을 삼투물질로 사용하면, 포도당 흡수에 의한 합병증 발생을 방지하고, 당뇨병 환자의 혈당 조절에 도움이 될 것으로 기대되어 왔다 (Heaton *et al*, 1984). Glycerol은 포도당보다 분자량이 작고 복막을 통한 흡수가 포도당과 비교하여 빠르다. 6 시간의 투석 시간 동안 투석액 내 포도당의 약 70%가 흡수되고 glycerol은 약 90% 흡수된다. 따라서 효과적인 한외여과 시간도 glycerol 사용 때 포도당 사용과 비교하여 짧다 (Lindholm *et al*, 1987). Glycerol을 포함하는 투석액을 사용하는 환자에서 포도당 용액과 같은 양의 한외여과를 얻기 위하여 포도당과 비교하여 더 높은 농도의 glycerol 용액을 필요로 한다. 따라서 투석액에서 흡수된 glycerol에 의한 총 열량 부과는 포도당 용액 사용 때와 같거나 오히려 더 높다 (Kopple, 1984).

Glycerol은 통상적인 Triglyceride 측정 방법

에서 Triglyceride와 함께 검출되므로 혈청 triglyceride 농도 측정 때 주의 하여야 한다. Glycerol은 체내에서 정상적으로 대사 가능한 양보다 많이 흡수되면 체내에 축적되어 고삼투압 증후군을 유발할 수 있으며 이는 고혈당에 의한 고삼투압 증후군과 달리 insulin 투여로 치료되지 않으므로 주의를 요한다.

#### 1-4. 포도당 중합체 (Glucose Polymer, Polyglucose)

포도당 중합체는 옥수수 전분에서 추출한 포도당 분자 4-300 개 정도의 고분자 물질이다. 포도당 중합체는 소분자 물질과는 달리 복막을 통한 흡수가 적고 투석액 내 농도가 비교적 잘 유지되어 비교적 장시간의 한외여과 유지가 기대된다. 삼투농도가 혈액과 유사한 포도당 중합체 7.5%를 함유한 투석액을 복막 내 주입 후 8 시간에 한외여과량이 4.25% 포도당 용액 사용 때와 같았고, 이는 12 시간 이상 지속되었다 (Mistry *et al*, 1987). 등장성 혹은 저장성인 포도당 중합체를 사용하면 한외여과는 혈관벽을 자유롭게 통과할 수 없는 고분자 물질에 의한 colloid osmosis가 주된 기전인 것으로 알려져 왔으나 (Mistry & Gokal, 1996), 최근 포도당 중합체를 함유한 투석을 사용하면 투석액 내 삼투 농도가 투석 초기와 비교하여 증가하고 투석 시간 동안 지속되는 것이 보고되어 있다 (Wang *et al*, 1999). 따라서 포도당 중합체가 복막 내에서 amylase에 의하여 서서히 분해되고 포도당 분해산물에 의하여 투석액 내 삼투질 농도가 증가되며 그 결과 한외여과가 장시간 지속되는 것으로 추정된다.

포도당 중합체는 분해되어 maltose로 전환된다. 포도당 중합체의 분해는 복막의 투과성에 의하여 좌우되지 않고 주로 복막 내에 존재하는 amylase의 농도에 의하여 좌우되는 것으로 알려져 있다. 또 분해되지 않은 포도당 중합체의 일부는 체내에 흡수될 것으로 생각되나 혈액에서는 검출되지 않아서, 흡수된 즉시 maltose로 전환되는 것으로 추정된다. Maltose는 체내에서 대사되지 않아서, 포도당 중합체를 사용하면 혈액내 maltose

의 농도가 증가한다. 포도당 중합체 사용을 중단하고 2 주 이상 경과하면 혈액 내 maltose 농도는 포도당 중합체 사용 이전 값으로 감소하는 것으로 알려져 있고, 3-5 년간 사용한 환자에서도 포도당 중합체의 대사산물 축적에 의한 심각한 합병증은 발견되지 않았으나 (Davies, 1994) 다수의 환자에서 장기간의 추적 관찰이 필요할 것으로 생각된다. 포도당 중합체를 포함하는 투석액을 사용한 환자의 일부에서 가벼운 피부 발진에서 심한 박피성 피부염까지 다양한 부작용의 발생이 보고되어 있고 포도당 중합체 사용을 중단하였다가 다시 시작한 환자에서 심한 과민반응이 발생됨이 보고되어 있어서 (Fletcher *et al*, 1998) 사용에 주의를 요한다.

#### 2. 완충제

복막 투석액은 말기 신부전증 환자의 대사성 산증을 교정하기 위하여 완충제를 포함하고 있다. 젖산염 (35-40 mmol/L)은 현재 가장 흔히 사용되는 완충제이다. 젖산염은 정상적으로 체내에 존재하는 물질이 아니고 체내에 흡수되는 즉시 간에서 중탄산염으로 전환되므로 간 질환이 없는 환자에서 효과적인 완충제이나, 간 질환이 있는 환자의 일부에서 젖산염이 중탄산염으로 전환되지 못하여 혈청 젖산염이 증가하고 대사성 산증 혹은 간성 혼수를 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다. 투석액 내에 다량으로 함유되어 있는 젖산염은 복막 세포의 세포내액을 산성화시키고, 세포의 증식을 억제하며 생존율을 감소시키는 등 투석액의 생체 적합성을 감소시키는 원인 중 한가지이다.

중탄산염은 투석액 내 함유되어 있는 칼슘이온과 반응하여 칼슘염을 생성하므로 현재까지 널리 사용되지 못하였다. 최근 중탄산염을 함유하는 투석액이 개발되어 제한적으로 사용되고 있으며, 젖산염을 포함하는 용액과 비교하여 세포독성이 적고 (Heaton *et al*, 1984), 대사성 산증의 교정 효과가 우수하고 단백질 동화율 (nPCR)도 증가되어 영양상태 개선에 도움이 된다고 알려져 있다 (Feriani *et al*, 1998).

### 3. 칼슘과 전해질

말기 신부전증 환자에서 흔히 저칼슘혈증이 동반된다. 투석액 내에는 말기 신부전증 환자의 저칼슘혈증을 치료하고, 투석에 의한 칼슘 손실을 보충하기 위하여 투석액은 혈액보다 높은 농도의 칼슘을 함유하고 있다. 기존의 복막투석액은 1.75 mmol/L의 칼슘을 함유하고 있고, 이는 복막을 통하여 흡수되어 체내 칼슘 균형을 양으로 유지한다. 그러나 인 흡수 억제 물질로 칼슘염을 사용하면서 동시에 기존의 투석액을 사용한 환자 20-56%에서 고칼슘혈증 발생이 관찰되었다 (Cunningham *et al*, 1992; Weinreich *et al*, 1995). 고칼슘혈증을 방지하고 혈청 인 조절에 충분한 양의 칼슘염을 사용하기 위하여 1.25 mmol/L의 칼슘을 함유하는 투석액이 개발, 사용되고 있다. 그러나 우리나라에서는 탄산칼슘을 사용하고 기존의 복막투석액을 사용하는 환자 54 명 중 1 명에서만 고칼슘혈증이 발생하였고 탄산칼슘 사용량도 보고된 서구 환자들의 사용량과 비교하여 현저히 적었다 (Park, 1999). 칼슘과 인 대사 이상을 치료하기 위하여 우리나라 환자들의 특성을 파악하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

복막투석액은 129-135 mmol/L의 sodium을 포함하고 있으며 이는 투석액 주입 초기의 수분 제거에 의한 체내 sodium 축적 (고나트륨혈증 유발)을 방지하기 위하여 sodium의 농도보다 낮은 농도로 유지한다. 체 내에 수분이 과도하게 축적된 말기 신부전증 환자에서 102 mmol/L의 sodium이 포함된 투석액을 사용하여 기존의 투석액 사용 때와 비교하여 sodium, chloride, 수분의 배출이 증가되어 수분 축적을 개선하는 효과가 우수하였다 (Imholz *et al*, 1994). 따라서 환자의

특성에 따른 투석액 내 sodium 농도의 다양화가 필요할 것으로 생각된다.

### 요 약

복막 투석액은 한외여과에 필요한 삼투물질, 요독증 환자에 동반되는 대사성 산증을 개선하기 위한 완충제, 칼슘과 전해질을 함유하고 있다. 삼투물질은 투석액의 성분 중 가장 많은 양을 차지하고 그 일부는 체내로 흡수된다. 바람직한 삼투물질은 체내로의 흡수가 적어서 투석액 내 삼투물질 농도를 오래 유지하여 한외여과 시간이 길고 삼투물질 흡수에 의한 부작용이 적어야 한다. 최근에는 포도당, 아미노산, 혹은 포도당 중합체 등을 단독으로 사용할 때 초래되는 부작용을 최소화하고 각 삼투물질의 장점을 극대화한 혼합 용액들이 개발, 시험되고 있다 (Table 2). 다양한 삼투물질 사용, 생체에 적합한 중화제인 중탄산염 사용, 환자 개인에 맞는 칼슘 혹은 선택적인 sodium 농도 등 환자 친화적인 다양한 투석액의 개발은 복막투석의 효과를 극대화하고 장기간 치료 성공률을 증가시키기 위하여 중요하다.

### 참고문헌

박민선, 이희발: 복막투석에서의 생체 적합성의 문제. *대한신장학회지* 1996;15 (Suppl):S157-162.  
 Biesen W, Faict D, Boer W, Lameire N: Further animal and human experience with a 0.6% amino acid/1.4% glycerol peritoneal dialysis solution. *Perit Dial Int* 1997; 17(Suppl 2):S56-62.  
 Cunningham J, Coldwell RD, Noonan K,

Table 2. New dialysis solutions

Materials & Composition	Proposers
6% Amino acid + 1.6% Glycerol	VanBiesen(1997)
4% Polyglucose + 1% Amino acid	Faller(1997)
2%(2.5%) Icodextrin + 0.68% Glucose	Peers(1997)

- Sawyer N and Makin HL: Dialysate calcium reduction in CAPD patients treated with calcium carbonate and alfacalcitriol. *Nephrol Dial Transplant* 1992;7:63-68.
- Davies DS: Kinetics of icodextrin. *Perit Dial Int* 1994;17(Suppl):S45-50.
- Davies SJ, Bryan J, Phillips L, Russell GI: Longitudinal changes in peritoneal kinetics: the effects of peritoneal dialysis and peritonitis. *Nephrol Dial Transplant* 1996;11:498-506.
- DCCT Research Group: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in Insulin-dependent diabetes mellitus: The Diabetes Control and Complications Trial. *N Engl J Med* 1993;329:977-986.
- Faller B, Shockley T, Genestier S, Martis L: Polyglucose and amino acids: preliminary results. *Perit Dial Int* 1997;17(Suppl 2):S63-67.
- Feriani M, Kirchgessner J, La Greca G, Passlick-Deetjen J: Randomized long-term evaluation of bicarbonate-buffered CAPD solution. *Kidney Int* 1998;54:1731-1738.
- Fletcher S, Stables GA, Turney JH: Icodextrin allergy in a peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13:2656-2658.
- Flier JS, Underhill LH: Advanced glycosylation end products in tissue and the biochemical basis of diabetic complications. *N Engl J Med* 1988;318(20):1315-1322.
- Gahl GM, Baeyer V, Averdunk R, et al: Outpatients evaluation of dietary intake and nitrogen removal in continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Ann Intern Med* 1981;94:643-646.
- Grodstein GP, Blumencrantz MJ, Kopple JD, Moran JK, Coburn JW: Glucose absorption during continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1981;19:564-567.
- Heaton A, Ward MK, Kerr D, et al: Short-term studies on the use of glycerol as an osmotic agent in continuous peritoneal dialysis. *Clin Sci* 1984;67:121-130.
- Heimbürger O, Waniewski J, Werynski A, Træneus A, Lindholm B: Peritoneal transport in CAPD patients with permanent loss of ultrafiltration capacity. *Kidney Int* 1990;38:495-506.
- Imholz ALT, Koomen GCM, Struijk DG, Arisz L, Krediet RT: Fluid and solute transport in CAPD patients using ultralow sodium dialysate. *Kidney Int* 1994;46:333-340.
- Jones M: Amino acid solutions for CAPD: rationale and clinical experience. *Miner Electrolyte Metab* 1992;18:309-315.
- Jones MR, Gehr TW, Burkart JM, et al: Replacement of amino acid and protein losses with 1.1% amino acid peritoneal dialysis solution. *Perit Dial Int* 1998;18:210-216.
- Jones M, Hagen T, Boyle CA, et al: Treatment of malnutrition with 1.1 % amino acid peritoneal dialysis solution: results of a multicenter outpatient study. *Am J Kidney Dis* 1998;32:761-769.
- Jorres A, Bender TO, Finn A, et al: Biocompatibility and buffers: the effect of bicarbonate-buffered peritoneal dialysis fluids on peritoneal cell function. *Kidney Int* 1998;54:2184-2193.
- Kopple JD: Nutrition in renal failure. Causes of catabolism and wasting in acute or chronic renal failure, in Robinson R(ed): *Proceedings of the 9th International Congress of*

- Nephrology*, New York, Springer-Verlag, 1984, pp 1498-1515.
- Lindholm B, Werynski A, Bergström J: Kinetics of peritoneal dialysis with glycerol and glucose as osmotic agents. *ASAIO* 1987;10(1):19-27.
- Lindholm B, Bergström J: Nutritional requirements of peritoneal dialysis patients, in Gokal R, Nolph KD(eds): *The Textbook of Peritoneal Dialysis*, Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers, 1989, pp 443-472.
- Mistry CD, Mallick NP, Gokal R: Ultrafiltration with an isoosmotic solution during long peritoneal dialysis exchanges. *Lancet* 1987;2:178-182.
- Mistry CD, Gokal R: Optimal use of glucose polymer(icodextrin) in peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 1996;16(Suppl 1):S104-108.
- Nakayama M, Kawaguchi Y, Yamada K, et al: Immunohistochemical detection of advanced glycosylation end-products in the peritoneum and its possible pathophysiological role in CAPD. *Kidney Int* 1997;51: 182-186.
- Park MS, Heimbürger O, Bergström J, Waniewski J, Werynski A, Lindholm B: Peritoneal transport during dialysis with amino acid-based solutions. *Perit Dial Int* 1993;13:280-288.
- Park MS, Kim JH, Lee HB: Low prevalence of hypercalcemia in Korean dialysis patients: possible role of dietary phosphate intake. *Perit Dial Int* 1999(in press)
- Peers E: Icodextrin plus glucose combinations for use in CAPD. *Perit Dial Int* 1997; 17(Suppl 2):S68-69.
- Vlassara H, Fuh H, Makita Z, Krungkrai S, Cerami A, Bucala R: Exogenous advanced glycosylation end products induce complex vascular dysfunction in normal animals: A model for diabetic and aging complications. *Proc Natl Acad Sci* 1992;89:12043-12047.
- Wang T, Cheung H, Heimbürger O, Bergström J, Lindholm B: Peritoneal fluid kinetics: Comparison between polyglucose (PG) solution and Albumin(ALB) solution. *Perit Dial Int* 1999;19(Suppl 1):S11.
- Weinreich T, Passlick-Deetjen J and Ritz E: Low dialysate calcium in continuous ambulatory peritoneal dialysis: a randomized controlled multicenter trial. The Peritoneal Dialysis Multicenter Study Group. *Am J Kidney Dis* 1995;25:452-460.