

지속성 외래 복막투석 환자에서 복막의 이동 특성에 따른 영양상태의 비교

연세대학교 의과대학 내과학교실, 신장질환연구소

이루다 · 강신욱 · 황재하 · 최규현 · 이호영 · 한대석

〈요 약〉

지속성 외래 복막투석을 시행받고 있는 환자에서 단백질과 열량의 결핍으로 인한 영양실조는 말기 신부전 환자들의 이환률 및 사망률의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 복막의 이동 특성과 영양실조의 발생과의 관계를 규명하기 위해서는 혈청 알부민 농도뿐 아니라 다른 지표들을 포함하여 평가하는 것이 중요하며 이에 저자들은 복막투석을 시작한 지 24개월 이상 경과된 임상적으로 안정된 115명을 대상으로 1996년 10월부터 1997년 4월까지 표준 복막 평형 검사를 시행하여 복막의 이동 특성을 나눈 후, 4군의 임상상, 혈청 생화학 검사, 요소 동력학 모형의 지표, 인체 측정치 등을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 총 대상 환자는 115명으로 평균 연령은 50.1 ± 11.6 세, 남녀 비는 1.2 : 1이었다. 평균 복막투석 기간은 57.5 ± 27.8 개월이었고, 말기 신부전의 원인 질환은 미상이 35명, 만성 사구체신염이 32명, 그리고 고혈압이 24명이었다.

2) 표준 복막 평형 검사에 의해 복막의 이동 특성을 4군(I : high, II : high average, III : low average, IV : low)으로 분류하였을 때 각 군 사이에 환자의 나이, 성별, 복막투석의 기간, 복막염 발생률 및 SGA 등의 임상적 특성에는 유의한 차이가 없었다.

3) 혈청 총 단백질은 IV군에서 7.2 ± 0.6 g/dL로 I군의 6.4 ± 0.5 g/dL 및 II군의 6.5 ± 0.7 g/dL에 비해 유의있게 높았으며($P < 0.05$), 혈청 알부민도 IV군에서 4.2 ± 0.5 g/dL로 I군의 3.5 ± 0.4 g/dL 및 II군의 3.7 ± 0.5 g/dL에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다($P < 0.05$). IGF-1은 I군에서 150.5 ± 86.2 ng/ml로 IV군의 310.3 ± 162.1 ng/ml에 비해 유의있게 낮았으며($p < 0.05$), 혈중 요소질소는 I군이 45.4 ± 13.1 mg/dL로 II군의 56.9 ± 12.2 mg/dL 및 IV군의 61.6 ± 18.0 mg/dL에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 크레아티닌도 I군이 10.1 ± 2.0 mg/dL로 III군의 12.6 ± 3.2 mg/dL 및 IV군의 14.7 ± 2.7 mg/dL에 비해 유의있게 낮았다($P < 0.05$). 혈청 인 및 요산도 각각 I군에서 III군 및 IV군에 비해 유의하게 낮았으며($P < 0.01$), II군도 IV군에 비해 유의있게 낮았다.

4) 일일 투석액 내로의 단백질과 알부민 소실량은 I군에서 각각 8095.1 ± 1847.6 mg, 4187.8 ± 1233.0 mg, 그리고 II군에서 각각 7892.4 ± 2053.5 mg, 3951.0 ± 965.8 mg로 IV군의 5072.4 ± 1851.4 mg, 2758.4 ± 988.8 mg에 비해 유의있게 높았다($P < 0.05$). 4시간 D/P Cr ratio는 모든 군간에 통계적으로 유의있는 차이를 보였으며($p < 0.05$), SCCr은 I군과 II군에서 III군과 IV군에 비해 유의하게 높았다($P < 0.01$). II군도 III군 및 IV군에 비해 통계적으로 유의있는 차이를 보였다($P < 0.01$). 그러나 Kt/Vurea, RRF 및 NPCR, 일일 단백질과 열량 섭취량은 4군 사이에 유의있는 차이를 보이지 않았다.

5) 신장, 체중, arm muscle area, midarm circumference, triceps skinfold thickness,

biceps skinfold thickness, body mass index 등의 인체 계측치와 인체 계측법, 임피던스 측정법 및 요소 동력학 모형을 이용하여 측정된 제지방 무게 등의 지표는 4군 사이에 통계적으로 유의있는 차이가 없었다.

이상의 결과로 지속성 외래 복막투석을 시행받고 있는 환자 중 high transport군에서는 적절한 투석을 유지함에도 불구하고 혈청 알부민과 크레아티닌 및 IGF-1 등의 영양상태를 반영하는 혈청 생화학적 지표는 유의있게 감소되어 있었으나, 주관적 영양상태 평가 및 인체 계측치 등으로 평가된 영양상태에는 차이가 없었다. 향후 이들을 대상으로 장기적인 이환률과 사망률을 포함한 임상 지표들의 비교 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

서 론

지속성 외래 복막투석(continuous ambulatory peritoneal dialysis, 이하 CAPD)은 말기 신부전 환자에서 널리 시행되고 있는 신대체 요법의 하나로, 혈액투석에 비해 식사의 제한이 비교적 적으며 심혈관계의 부담이 적고, 기계에 의존하지 않아도 된다는 장점 등으로 인해 우리나라에서도 이를 시행받는 환자가 지속성으로 늘어나는 추세이다.

그러나, CAPD 치료를 받고 있는 환자들의 18-56%에서 단백질-열량 영양실조가 발생하는 것으로 보고되고 있으며, 영양실조의 빈도는 혈액투석을 받는 환자들보다 높은 것으로 알려져 있다^{1, 2)}. 이러한 영양실조의 원인으로는, 첫째로 요독증에 의한 비정상적인 단백질과 아미노산 대사, 둘째로 부적절한 투석에 의한 식욕 저하, 셋째로 동반되는 다른 질환들에 의한 영향, 넷째로 인슐린과 insulin like growth factor-1 (IGF-1)과 같은 단백 동화 호르몬의 활성도 감소와 글루카곤 및 부갑상선 호르몬과 같은 이화 호르몬들의 혈중 농도의 증가, 다섯째로 투석액을 통한 아미노산, 수용성 비타민, 단백질의 소실 등이 관여하는 것으로 알려져 있다³⁾. 그러므로 장기적으로 복막투석을 받는 환자들에 있어 영양상태와 투석의 적절도를 측정하는 것이 매우 중요하며 이의 결과에 따른 필요한 조치가 취해져야 한다.

적절한 투석과 영양상태가 복막투석 환자들의 예후에 중요한 영향을 미친다는 것이 명백해지고 있으므로⁴⁾, 투석의 효율에 미치는 인자들과 이들이 환자의 영양상태에 미치는 영향에 대해 알아보는 것이 중요한 것으로 생각된다. 투석의 효율에 미치는 인자로는 복막의 이동 특성, 적절한 복막의 혈류, 림프관을 통한 재

흡수, 잔여 신기능, 그리고 환자의 순응도 등이 있다⁵⁾. 이 중에서 지속성 외래 복막투석 환자의 복막의 이동 특성은 Twardowski 등⁶⁾이 복막의 용질 이동 특성을 평가하기 위해 개발한 표준 복막 평형 검사(standard peritoneal equilibration test, 이하 PET)상 4시간 후 투석액과 혈장내 크레아티닌 농도비(D/PCr)에 근거하여 high, high average, low average 및 low transport group으로 나누어진다. 이들 중 high transport군은 투석액으로부터 당분이 빨리 흡수되어 투석액과 혈액간의 용질의 농도차에 대한 평형이 빨리 이루어지기 때문에 이러한 환자들에서 표준 CAPD를 시행할 경우 한외여과가 제대로 이루어지지 않아 체액 과다 등의 문제가 발생하여 야간성 간헐적 복막투석(nightly intermittent peritoneal dialysis, NIPD)나 주간성 외래 복막투석(daytime ambulatory peritoneal dialysis, DAPD) 등의 short dwell therapy로의 전환이 필요한 것으로 알려져 있다⁷⁾. 뿐만 아니라 high transporter에서는 혈중 알부민의 농도가 저하되어 있으며, 이들의 예후가 다른 군에 비해 불량하다는 보고들이 있다⁸⁻¹¹⁾.

이에 본 연구자는 지속성 외래 복막투석 환자에서 복막의 이동 특성이 영양상태에 미치는 영향을 알아보기 위해 CAPD 환자를 대상으로 표준 복막 평형 검사를 시행하고, 이에 의해 복막의 이동 특성을 네 군으로 나누어 주관적 영양상태 평가(subjective global assessment, SGA), 혈청 생화학적 지표, 요소 동력학 모형의 지표, 그리고 인체 계측치 등 영양상태를 반영하는 여러 가지 지표들을 이용하여 각 군 사이에 유의있는 차이가 있는 지를 비교 분석하는 단면적인 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 신촌 세브란스 병원에서 말기 신부전으로 진단받고 지속성 외래 복막투석을 24개월 이상 시행받고 있으면서 정기적인 외래 추적 관찰 및 표준 복막 평형 검사를 시행받은 115명을 대상으로 하였다. CAPD 시행 후 24개월 이내에 신장이식을 받거나 혈액투석으로 전환한 환자, 사망한 환자와 다른 기관으로 전원된 환자는 대상에서 제외하였다. 또한 PET의 추적 검사상 복막의 이동 특성이 복막투석 시작 후 시행한 PET에 비하여 의의있게 변화된 환자도 대상에서 제외하였다.

2. 방법

본 연구는 단면적 연구로 1996년 10월부터 1997년 4월까지 대상 환자 모두에서 Twardowski 등에 의해 개발된 PET를 2L, 2.5% 포도당 용액을 이용하여 시행한 4시간 후 투석액과 혈장내 크레아티닌 농도비를 이용하여 복막의 이동 특성을 4군, 즉 high, high average, low average, 그리고 low로 나누었다. Low transport는 4시간 후 D/P Cr의 범위를 0.35-0.50, low average transport는 0.51-0.65, high average transport는 0.66-0.81, 그리고 high transport는 0.82-1.03으로 하였다. 대상 환자는 병원 방문 전일 24시간 동안 모든 소변과 투석액을 가지고 공복 상태로 내원하여 요소 동력학 검사를 시행하였으며, PET검사와 생화학적 및 인체 계측학적 검사 등을 같은 날에 시행하였다. 임상적 자료로 환자의 성별, 연령, 신장, 체중 및 복막투석의 기간, 복막염의 횡수 등을 기록하였고, 이로부터 이상체중(ideal body weight, 이하 IBW)과 이상체중에 대한 체중비(%IBW)를 구하였다.

인체 계측은 환자가 투석액을 배액한 후 견체중 상태에서 신장과 체중 및 waist와 hip의 둘레를 측정 한 후 waist/hip ratio를 계산하였고, Lange caliper를 이용하여 이두박근, 삼두박근, 견갑골 하단 부위와 상장골극 등의 4부위에서 피부추벽 두께를 측정하였다. Arm muscle area(AMA)는 mid arm circumference(MAC)와 삼두박근 피부추벽 두께를 이용하여 공식(Table 1)에 따라 산출하였다. 제지방 무게(lean

body mass, 이하 LBM)의 측정에는 크레아티닌 동력학 모델, 체 지방 분석계(TBF-105, Tanita, Japan)를 이용한 방법, 그리고 인체 계측법 등 3가지 방법으로 산출하였고, 이로부터 체중에 대한 제지방 체중비(%LBM/Bwt)를 구하였다. 24시간 소변과 투석액의 질소, 크레아티닌, 단백질, 알부민 양을 측정하였고, 공식에 따라 weekly Kt/Vurea, 표준화 크레아티닌 제거율(standardized creatinine clearance, SCCr), 잔여 신기능, 24시간 dialysate/serum creatinine (24hr D/PCr), 그리고 단백질 이화율(protein catabolic rate, PCR)를 계산하였으며 환자의 표준체중으로 나누어서 NPCR을 구하였다(Table 1). 공복시 혈액을 채취하여 혈색소, 헤마토크릿, 혈청 전해질(Na, K, Cl, tCO₂), 요소질소와 크레아티닌, 칼슘과 인, 요산, 총단백질, 알부민, 콜레스테롤, 중성지방, IGF-1, lipoprotein(a), alkaline phosphatase, transferrin, prealbumin 등의 혈중 농도를 측정하였는데, 이중 혈청 알부민은 bromocresol green 방법으로, lipoprotein(a), C-reactive protein(CRP)은 turbidometry (Hitachi 7150, Japan)로, 그리고 IGF-1은 immunoradiometric assay(DSL, Webster, Texas, U.S.A)로 측정하였다. 이외에도 대상 환자를 SGA에 따라 정상 영양상태와 영양실조로 분류하였으며¹²⁾, 음식 섭취량은 72시간 기역 회상법에 의해 조사한 후 우리나라

Table 1. Calculation of Residual Renal Function, Kt/Vurea, NPCR, SCCr

- 1) Residual renal function(ml/min) =
$$\frac{[(Ucr/Scr + Uurea/Surea) \times Uvol]}{1440 \times 2}$$
- 2) Weekly Kt/Vurea =
$$\frac{[(Dun + Uun)/V]}{7}$$

$$Dun = \frac{Dvol \times Durea}{BUN}$$

$$Uun = \frac{Uvol \times Durea}{BUN}$$

$$V : \text{total body water (Watson 등, 1980)}^{12)}$$
- 3) NPCR(g/kg/day) = PCR/standard weight

$$PCR(g/day) = \frac{10.76(Gun + 1.46)}{V}$$

$$Gun = \frac{(Dvol \times Durea + Uvol \times Uurea)}{1440}$$

$$\text{standard weight} = V/0.58$$
- 4) SCCr(L/week/1.73m²) =
$$\frac{[(Dvol \times Dcr)/Scr + (Uvol \times Ucr)/Scr] \times 7 \times 1.73}{BSA}$$

Ucr : urine creatinine concentration, mg/dl
 Scr : serum creatinine concentration, mg/dl
 Uurea/Durea : urine/dialysate urea nitrogen concentration, mg/dl
 Uvol : urine volume/day, ml
 Dvol : drained dialysate volume/day, ml
 Gun : urea generation rate, mg/min

라 식품 분석표를 이용하여 열량 및 단백질 섭취량을 구하였다.

체지방 무게(lean body mass, 이하 LBM)의 측정

1) 크레아티닌 동력학 모델을 이용한 체지방 무게의 측정

24시간 동안 배액된 복막투석액, 소변량 및 크레아티닌 배설량을 측정하여 Keshaviah 등의 공식을 이용하여 LBM을 계산하였다¹³⁾.

$$\text{LBM(kg)} = (0.029 \times \text{production})(\text{mg/day}) + 7.38$$

in the steady state

$$\text{Production} = \text{excretion} + \text{metabolic degradation}$$

(urine + dialysate)

$$\text{Excretion(mg/day)} = \text{VuCu} + \text{VdCd}$$

$$\text{Metabolic degradation(mg/day)}$$

$$\text{in normals} = 0.418 \times \text{body wt(kg)}$$

$$\text{in patients} = 0.38 \times \text{Scr(mg/dL)} \times \text{body wt(kg)}$$

$$\text{Vu: volume of urine(ml/24hr)}$$

$$\text{Vd: volume of effluent dialysate(ml/24hr)}$$

$$\text{Cu: creatinine concentration in urine(mg/mL)}$$

$$\text{Cd: creatinine concentration in effluent dialysate(mg/mL)}$$

$$\text{Scr: serum creatinine(mg/dL)}$$

2) 임피던스를 이용한 체지방 무게의 측정

체지방 분석계(TBF-105, Tanita, Japan)를 이용하여 체지방 분율(% body fat)과 체지방 무게(lean body mass, 이하 LBMimp)를 측정하였다. 임피던스 체지방 측정은 인체의 수분 함유량에 근거하기 때문에 피검자는 측정시로부터 12시간 전에 음주와 운동을 하지 말도록 주의를 받았고, 임피던스 측정 전에 복강 내에 있는 투석액을 체외로 배액하도록 하였다. 피검자는 정립 상태에서, 오른손과 팔목, 그리고 오른발과 발목 부위를 알코올로 세척한 후 일회용 전극을 부착하고 손등과 발등에 고주파(50kHz) 정전류(1mA)를 계속해서 흘려주고 손목과 발목간의 임피던스를 측정하였다. 피검자의 성별, 나이, 체중 등을 입력하여 얻은 체지방율(%), 지방무게(kg) 및 임피던스 값들로부터 체지방무게를 구하였는데, 피검자마다 1회 측정 후 이 값을 사용하였다.

3) 인체 계측법을 이용한 체지방 무게의 측정

body density(D)를 age and sex adjusted equations에 의해 계산한다¹⁴⁾.

Equations for men :

Age range

$$17-19 \text{ D} = 1.1620 - 0.0630 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$20-29 \text{ D} = 1.1631 - 0.0632 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$30-39 \text{ D} = 1.1422 - 0.0544 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$40-49 \text{ D} = 1.1620 - 0.0700 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$20-29 \text{ D} = 1.1631 - 0.0632 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$50- \text{ D} = 1.1631 - 0.0632 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

Equations for women :

Age range

$$17-19 \text{ D} = 1.1549 - 0.0678 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$20-29 \text{ D} = 1.1559 - 0.0717 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$30-39 \text{ D} = 1.1423 - 0.0632 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$40-49 \text{ D} = 1.1333 - 0.0612 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$20-29 \text{ D} = 1.1333 - 0.0612 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

$$50- \text{ D} = 1.1339 - 0.0645 \times \log$$

(sum of four skinfold thickness)

Percentage body fat calculation by Siri's equation¹⁵⁾

$$\text{men: \%fat} = (4.95/\text{density} - 4.50) \times 100$$

$$\text{women: \%fat} = (4.95/\text{density} - 4.50) \times 100$$

$$\text{LBM} = \text{fat free mass} = \text{Body wt} - (\text{body wt} \times \% \text{ body fat})$$

3. 통계 처리

통계처리는 SAS for Windows release 6.11를 이용하였고 검사 결과는 평균±표준편차로 표기하였다. 각 군 사이에 지표들간의 통계적 의의를 알아보기 위하여 ANOVA를 이용하였고, Scheffe's test로 검정하였다. CRP 등의 비모수 통계 분석은 Kruskal

Wallis test를 사용하였다. 통계학적 의의는 $P < 0.05$ 미만인 경우 유의성이 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 대상환자의 임상적 특성

대상환자는 115명으로 남자가 63명, 여자가 52명(남녀비 1.2:1)이었으며, 연령은 19세에서 75세로 평균 50.1 ± 11.6 세, 평균 CAPD 기간은 57.5 ± 27.8 (24-135)개월이었고, 복막염 발생률은 1.03회/patient/year이었다. 말기 신부전의 원인 질환으로는 미상이 35명으로 가장 많았고, 만성 사구체신염이 32명, 고혈압이 24명, 그리고 당뇨병이 6명이었다(Table 2). 대상환자의 평균 신장은 160.6 ± 16.9 cm, 평균 체중은 59.2 ± 8.9 kg, %IBW $104.7 \pm 15.6\%$, 크레아티닌 동력학 모델을 이용한 제지방 무게는 43.6 ± 9.2 kg, 임피던스를 이용한 제지방 무게는 47.7 ± 7.9 kg, 인체 계측법으로 측정된 제지방 무게는 46.0 ± 6.5 kg, 그리고 SGA상 정상영양군은 67.8%이었다. 혈청 생화학적 검사상 평균 총단백질, 알부민, 총콜레스테롤, 혈중 요소질소 및 크레아티닌은 각각 6.7 ± 0.8 g/dL, 3.8 ± 0.5 g/dL, 199.5 ± 44.3 mg/dL, 54.5 ± 13.1 mg/dL 및 12.3 ± 3.0 mg/dL이었다. 요소 동력학 검사상 NPCR은 0.96 ± 0.16 g/kg/day, weekly Kt/Vurea는 2.05 ± 0.3 , SCCr은 59.9 ± 11.5 L/week/1.73m², 그리고 RRF은 0.60 ± 1.0 mL/min이었으며, 1일 투석액을 통한 단백질과 알부민의 소실은 각각 8095.1 ± 1847.6 mg 및 4187.8 ± 1232.9 mg이었다(Table 3).

2. 복막의 이동 특성에 따른 환자군 간의 임상적 특성

표준 복막 평형 검사에 따라 분류된 각 환자군의 임상적 특성을 비교 분석하였다. 환자 수는 I (high)군 16명(14%), II (high average)군 38명(33%), III (low average)군 50명(43%), 그리고 IV (low)군 11명(10%)이었으며, 연령은 I군 51.6 ± 10.0 세, II군 52.1 ± 9.2 세, III군 49.6 ± 13 세, 그리고 IV군 43.5 ± 13.1 세로 각 군간에 유의한 차이가 없었다. %IBW도 I군 $106.4 \pm 21.9\%$, II군 $102.4 \pm 12.0\%$, III군 $105.6 \pm 16.4\%$, 그리고 IV군 $105.4 \pm 12.1\%$ 로 각 군 사이에 유의한 차이가 없었으며, 이외에 환자의 성별, 복막 투석 기간, 복막염 발생률 및 SGA상 영양실조 환자

의 비도 4군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

3. 복막의 이동 특성에 따른 환자군간의 생화학적 지표

혈청 총단백은 IV군에서 7.2 ± 0.6 g/dL로 I군의 6.4 ± 0.5 g/dL 및 II군의 6.5 ± 0.7 g/dL에 비해 유의하게 높았으며($P < 0.05$), 혈청 알부민도 IV군에서 4.2 ± 0.5 g/dL로 I군의 3.5 ± 0.4 g/dL 및 II군의 3.7 ± 0.5 g/dL에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다($P < 0.05$). IGF-1은 I군에서 150.5 ± 86.2 ng/mL로 IV군의

Table 2. Patients Characteristics(N=115)

Age(years)	50.1 ± 11.6
Sex(M:F)	63:52(1.2:1)
CAPD duration(months)	57.5 ± 27.8
Peritonitis rate(times/patient/year)	1.03
Underlying renal disease	
Chronic glomerulonephritis	32
Hypertension	24
Diabetes mellitus	6
Unknown	5
SGA(normal:malnourished)	78:37(2.1:1)

Values are expressed as mean \pm standard deviations.

Table 3. Laboratory Findings of the Patients

Total protein(g/dL)	6.7 ± 0.8
Albumin(g/dL)	3.8 ± 0.5
Prealbumin(mg/dL)	44.8 ± 11.1
BUN(mg/dL)	54.5 ± 13.1
Creatinine(mg/dL)	12.3 ± 3.0
Calcium(mg/dL)	9.50 ± 0.85
Inorganic phosphorus(mg/dL)	4.8 ± 1.3
Alk. phosphatase(IU/L)	25.7 ± 23.3
Hematocrit(%)	25.9 ± 5.2
Potassium(mEq/L)	4.5 ± 0.7
C-reactive protein(mg/dL)	0.47 ± 1.1
IGF-1(ng/mL)	211.1 ± 144.8
Lp(a)(mg/dL)	32.3 ± 24.1
Ferritin(mg/mL)	416.5 ± 398.8
Transferrin(mg/dL)	188.4 ± 0.3
NPCR(g/kg/day)	0.96 ± 0.2
Weekly Kt/Vurea	2.05 ± 0.3
SCCr(L/week/1.73m ²)	59.9 ± 11.5
RRF(mL/min)	0.60 ± 1.0
24hr dialysate protein loss(g/day)	8.1 ± 1.2
24hr dialysate albumin loss(g/day)	4.2 ± 1.2

Values are expressed as mean \pm standard deviations.

310.3±162.1mg/mL에 비해 유의하게 낮았으며($P<0.05$), 혈중 요소질소는 I군이 45.4±13.1mg/dL로 II군의 56.9±12.2mg/dL 및 IV군의 61.6±18.0mg/dL에 비해 유의하게 낮았다($P<0.05$). 크레아티닌도 I군이 10.1±2.0mg/dL로 III군의 12.6±3.2mg/dL 및 IV군의 14.7±2.7mg/dL에 비해 유의하게 낮았다($P<0.05$). 혈청 인 및 요산은 I군이 각각 3.9±1.3mg/dL, 5.9±0.8mg/dL로 III군의 5.1±1.2mg/dL, 6.9±1.2mg/dL와 IV군의 5.6±0.8mg/dL, 7.6±2.2

mg/dL에 비해 유의하게 낮았다($P<0.05$). 혈청 칼륨은 I군이 4.0±0.9mEq/L로 III군의 4.6±0.7mEq/L에 비해 통계학적으로 유의하게 낮았으며($P<0.05$), chloride는 I군이 102.4±3.8mEq/L로 IV군의 98.6±3.1mEq/L에 비해 유의하게 높았다($P<0.05$)(Table 5).

4. 복막의 이동 특성에 따른 환자군 간의 요소 동력학 모형

SCCr은 I군에서 68.5±9.5L/week/1.73m²로 III군의 56.7±10.8L/week/1.73m² 및 IV군의 47.5±7.5L/

Table 4. Clinical Characteristics of the Patients Classified According to Peritoneal Transport characteristics

	I 군(high)	II 군(high average)	III 군(low average)	IV 군(low)
No of patients(%)	16(14)	38(33)	50(43)	11(10)
Age(years)	51.6±10.0	52.1± 9.2	9.6±13	43.5±13.1
Sex(M:F)	0.77:1	2:1	1.25:1	0.37:1
Duration on CAPD(months)	55.4±16.6	59.6±31.2	56.7±29.0	52.4±24.5
%IBW	106.4±21.9	102.4±12.0	105.6±16.4	105.4±12.1
Malnutrition by SGA(%)	6(37.5)	9(23.7)	19(38)	4(36.3)
Peritonitis rate (times/patient/year)	0.77	1.25	1.04	0.84

Values are expressed as mean±standard deviations.

Table 5. Laboratory Findings of the Patients Classified According to Peritoneal Transport Characteristics

	I 군 (high)	II 군(high average)	III 군(low average)	IV 군(low)
Total protein(g/dL)	6.4± 0.5	6.5± 0.7 [†]	6.9± 0.8	7.2± 0.6*
Albumin(g/dL)	3.5± 0.4	3.7± 0.5 [†]	3.9± 0.6	4.2± 0.5*
Prealbumin(mg/dL)	45.8± 12.4	43.5± 31.4	44.4± 12.3	50.2± 9.1
IGF-1(ng/mL)	150.5± 86.2	191.7±131.1	224.3±155.8	310.3±162.1*
Lp(a)(mg/dL)	36.6± 28.9	36.1± 28.4	28.4± 20.1	31.0± 16.4
Hct(%)	24.2± 5.2	25.4± 5.0	26.6± 5.4	26.8± 4.9
BUN(mg/dL)	45.4± 13.1	56.9± 12.2*	53.8± 11.3	61.6± 18.0*
Cr(mg/dL)	10.1± 2.0	12.2± 2.6 [†]	12.6± 3.2*	14.7± 2.7*
Phosphate(mg/dL)	3.9± 1.3	4.5± 1.3 [†]	5.1± 1.2*	5.6± 0.8*
Uric acid(mg/dL)	5.9± 0.8	6.3± 1.0 [†]	6.9± 1.2*	7.6± 2.2*
Total cholesterol(mg/dL)	212.4± 39.5	202.2± 38.4	191.5± 52.0	207.8± 25.5
Triglyceride(mg/dL)	175.1±118.2	173.8±108.7	182.9± 99.7	190.3± 79.7
CRP(mg/dL)	0.2± 0.3	0.4± 0.6	0.6± 1.5	0.6± 1.0
Potassium(mEq/L)	4.0± 0.9	4.4± 0.7	4.6± 0.7*	4.7± 0.4
Chloride(mEq/L)	102.4± 3.8	100.9± 3.2	100.8± 3.4	98.6± 3.1*
Total CO2(mM/L)	25.0± 2.9	25.5± 2.1	25.1± 2.8	23.9± 2.4
Iron(μ g/dL)	74.2± 5.3	71.7± 24.6	73.2± 41.5	66.1± 32.7
TIBC(μ g/dL)	242.0± 37.9	264.1± 42.6	255.2± 42.3	262.6± 37.3
Ferritin(ng/mL)	469.5±347.8	344.5±214.9	435.9±509.1	493.6±384.3
Transferrin(mg/dL)	172.9± 32.5	191.5± 31.4	189.4± 34.4	195.7± 30.7

Values are expressed as mean±standard deviations. *: $P<0.05$ vs I군 †: $P<0.05$ vs IV군

week/1.73m²에 비해 유의하게 높았으며($P<0.01$), II 군의 63.9±9.8L/week/1.73m²도 III군 및 IV군에 비하여 통계학적으로 유의하게 높았다($P<0.01$). 일일 투석액으로의 단백질 및 알부민 소실은 I군에서 각각 8095.1±1847.6mg, 4187.8±1233.0mg, II군에서 각각 7892.4±2053.5mg, 3951.0±965.8mg로 IV군의 5072.4±1851.4mg, 2758.4±988.8mg에 비해 유의하게 많았다($P<0.05$). 4시간 D/P Cr ratio는 I군 0.87±0.04, II군 0.74±0.04, III군 0.58±0.03, 그리고 IV군 0.44±0.05로 모든 군 간에 통계적으로 의의

있는 차이가 있었다($P<0.05$). 그러나 Kt/Vurea, RRF, NPCR, 1일 열량 및 단백질 섭취량은 네 군 사이에 유의있는 차이를 보이지 않았다(Table 6).

5. 복막의 이동 특성에 따른 환자군 간의 인체 계측치 및 제지방 무게

신장, 체중, calculated arm muscle area, mid arm circumference, triceps skinfold thickness, biceps skinfold thickness, body mass index 등의 인체 계측치와, 요소 동력학 모형, 임피던스 측정법, 그리고 인체 계측법을 이용하여 구한 제지방 무게 등

Table 6. Comparison of Urea Kinetics, Dialysate Protein/albumin Loss(Dpro/Dalb), and Dietary Intake among the 4 Groups

	I 군(high)	II 군(high average)	III군(low average)	IV군(low)
Kt/Vurea	2.1 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.0 ± 0.3	2.0 ± 0.3
SCCr(L/wk/1.73m ²)	68.5 ± 9.5	63.9 ± 9.8 ^b	56.7 ± 10.8 ^{a, b}	47.5 ± 7.5 ^a
RRF(mL/min)	0.7 ± 0.8	0.5 ± 0.8	0.6 ± 1.3	0.7 ± 0.7
Dprotein(g/24hr)	8.1 ± 1.9	7.9 ± 2.1 ^b	6.8 ± 2.6	5.1 ± 1.9 ^a
Dalbumin(g/24hr)	4.2 ± 1.2	4.0 ± 1.0 ^b	3.5 ± 1.3	2.8 ± 1.0 ^a
D/P Cr*	0.9 ± 0.0	0.7 ± 0.0	0.6 ± 0.0	0.4 ± 0.1
UV(ml)	678.1 ± 572.7	984.2 ± 766.2	1026.6 ± 738.0	1336.4 ± 398.3
NPCR(g/kg/day)	0.93 ± 0.2	0.98 ± 0.2	0.94 ± 0.2	1.07 ± 0.2
DPI(g/kg/day)	1.08 ± 0.3	1.03 ± 0.2	1.02 ± 0.2	1.04 ± 0.3
DCI(Kcal/kg/day)	25.9 ± 5.2	25.7 ± 3.7	25.0 ± 4.1	26.0 ± 4.0

Values are expressed as mean±standard deviations, Kt/Vurea: Total Kt/Vurea per week
 SCCR: Standardized creatinine clearance(L/week/1.73m²), UV: Ultrafiltration volume
 Dprotein: Protein losses through dialysate(g/day), Dalbumin: Albumin losses through dialysate(g/day)
^a: $P<0.05$ vs I군, ^b: $P<0.05$ vs. IV군, DPI: Dietary protein intake
 DCI: Dietary calorie intake, *: Statistical significance exists between all groups

Table 7. Comparison of Anthropometric Findings and Lean Body Mass Obtained by Different Methods among the 4 Groups

	I 군(high)	II 군(high average)	III군(low average)	IV군(low)
Height(cm)	160.2±8.4	163.3±7.0	159.0±24.3	159.0±7.4
Weight(kg)	57.0±8.0	59.3±7.4	60.3±10.2	57.0±9.0
CAMA(cm ²)	31.2±6.6	33.4±7.3	32.1± 7.6	32.6±8.8
MAC(cm)	26.1±3.3	26.0±2.2	25.5± 2.6	26.2±2.9
TSF(mm)	12.4±7.4	9.9±5.5	9.6± 4.1	13.1±5.0
BSF(mm)	8.5±6.4	6.9±3.9	6.7± 3.3	9.0±3.4
BMI(kg/m ²)	22.2±4.0	21.8±2.4	22.3± 3.2	22.0±2.6
LBMcr(kg)	39.5±6.1	45.5±8.5	43.7±10.5	42.8±7.2
LBMimp(kg)	45.6±6.4	49.3±7.5	48.1± 8.3	44.1±8.6
LBManthro(kg)	43.5±4.6	46.6±5.7	47 ± 7.3	43.7±6.6

Values are expressed as mean±standard deviations.
 CAMA: Calculated arm muscle area, MAC: Mid arm circumference, TSF: Triceps skinfold thickness
 BSF: Biceps skinfold thickness, BMI: Body mass index
 LBMcr: Lean body mass measured by urea kinetic modeling
 LBMimp: Lean body mass measured by impedance measurement
 LBManthro: Lean body mass measured by anthropometric method

의 지표는 네 군 간에 통계적으로 유의있는 차이가 없었다(Table 7).

고 찰

지속성 외래 복막투석은 1976년 Popovich 등에 의해 소개된 이후 혈액투석 및 신이식과 함께 말기 신부전 환자의 신대체요법으로 중요한 위치를 차지하게 되었다¹⁶⁾. 혈액투석에 비해 음식 섭취의 제한이 적으며 자가치료가 가능하기 때문에 복막투석을 시행받고 있는 환자들의 수가 증가하고 있으나, 상당수의 환자에서 단백질-열량 영양실조가 발생될 수 있으며 이는 이들 환자에서 이환율 및 사망률의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려지면서¹⁷⁻¹⁹⁾ CAPD를 시행받고 있는 환자들에서 투석의 적절도와 영양상태를 평가하여 적절한 치료를 기하고자 하는 노력들이 계속되고 있다.

생화학적 및 인체 계측학적 방법 등으로 CAPD 환자들의 영양상태를 평가한 연구에 의하면 전체 CAPD 환자의 18-56%가 영양실조 상태에 있는 것으로 보고되고 있다^{1, 20, 21)}. 영양실조에는 단백질 영양실조, 열량 영양실조 그리고 단백질-열량 영양실조의 3가지 형태가 있으며¹⁹⁾, 단백질 영양실조시 근육량 및 혈청 단백질의 감소 및 부종이 나타나고, 열량 영양실조시 체중, 지방량, 탄수화물 등이 감소하는 것으로 알려져 있다. CAPD 환자에서는 대부분 단백질-열량 영양실조가 많으며 이러한 영양실조의 원인으로는 다음과 같은 여러 가지 이유들이 제시되고 있다. 즉 요독증에 의한 비정상적인 단백질 및 아미노산의 대사, 부적절한 투석이나 투석액을 통한 당분의 흡수 및 복부 팽만감으로 인한 식욕 저하에 기인한 음식 섭취의 저하, 동반된 다른 질환들에 의한 영향, 불량한 신체 활동 등이 원인으로 제시되고 있다. 이외에도 복막을 통한 단백질 및 아미노산과 같은 영양분 손실의 증가로 인한 영양실조도 하나의 원인으로 간주되고 있다^{22, 23)}.

CAPD를 시행받는 환자에서는 복막을 통해 1일에 평균 8-10g 정도의 단백질과 3-4g 정도의 아미노산이 소실되는데, 복막염 등이 동반된 경우에는 복막의 이동 특성이 변하여 복막을 통한 단백질의 소실은 더욱 증가하고, 한외여과는 감소하는 것으로 알려져 있다. 투석액을 통한 단백질의 소실과 혈청 알부민 사이에 밀접한 상관관계가 있다는 보고가 종종 발표되고 있

며^{9, 24-27)}, 낮은 혈청 알부민이 CAPD 환자에서 이환율 및 사망률의 증가와 관련이 있다는 연구들도 있다^{4, 28, 29)}.

지속성 외래 복막투석 환자의 복막의 이동 특성은 Twardowski 등³⁰⁾이 복막의 용질 이동 특성을 평가하기 위해 개발한 표준 복막 평형 검사(PET)에 의한 4시간 투석액과 혈장내 크레아티닌 농도비에 근거하여 high, high average, low average 및 low transport group의 4군으로 나누는 것이 보편화되어 있는데 이들 중 복막투석을 시작하는 환자의 약 15%가 high transporter로 알려져 있고, Blake 등은 시간이 경과할수록 복막의 이동 특성이 증가하는 경향이 있다고 하였다³¹⁾. 그러나 본 연구에서는 2년 이상 경과한 CAPD 환자 중 16%만이 high transporter이었으며, 시작 당시와 비교하여 복막의 이동 특성이 변화된 환자는 3명(2.6%)에 불과하였다. High transport군은 투석액으로부터 당분이 빨리 흡수되어 투석액과 혈액간의 용질의 농도차에 대한 평형이 빨리 이루어지기 때문에 이러한 환자들에서 표준 CAPD를 시행할 경우 한외여과가 제대로 이루어지지 않아 체액과다 등의 문제가 생겨서 야간성 간헐적 복막투석이나 주간성 외래 복막투석 등의 short dwell therapy로의 전환이 필요한 것으로 알려져 있다⁷⁾. Digenis 등은 투석을 통해 요독물질을 제거하고 체내수분과 전해질, 그리고 산-염기 평형을 유지하면서 좋은 영양상태를 유지하는 것이 적절한 투석이라고 정의하고 있지만 적절한 투석의 지표가 될 수 있는 물질에 대해서는 아직 논란이 많은 상태이다³²⁾. Gotch와 Sargent가 투석의 효율을 평가하는 지표로서 Kt/Vurea를 소개한 이후 Kt/Vurea는 적절한 혈액투석의 처방을 결정하는 지표로 인정되고 있지만 CAPD에도 적용시킬 수 있는지에 대해서는 이견이 많다³³⁾. Blake 등은 요소 동력학 모형을 CAPD 환자의 임상결과의 예측치로 적용하기 어렵다고 보고한 반면에, Brandes 등은 Kt/Vurea와 SCr 모두 임상결과와 상관관이 있었으나, 크레아티닌 청소율이 좀더 예민한 지표라고 주장하였다^{24, 34)}.

혈청 알부민은 영양 상태를 나타내는 지표로 널리 알려져 있는데, 저분자 용질에 대한 복막의 투과성이 높은 환자(high transporter)들에서는 투석액내 단백질의 소실이 증가되고, 이러한 단백질의 50-79%가 알부민이기 때문에^{9, 22)} 저알부민혈증이 자주 동반되므로 high transporter에서는 적절한 투석을 시행함에

도 불구하고 영양실조 상태에 놓이게 된다고 생각되어 많은 연구자들이 복막의 high transport 특성 자체가 영양실조의 위험인자이라고 하였다^{3, 10, 35}. 그러나 최근에는 복막의 이동 특성 자체가 CAPD 환자들의 영양상태와 직접적인 상관관계는 없다는 보고도 있기 때문에³⁶ 본 연구에서는 우리나라 CAPD 환자들에서 혈청 알부민을 포함한 영양상태를 나타낼 수 있는 생화학적, 요소 동력학 모형 및 인체 계측학적 지표들을 모두 이용하여 복막의 이동 특성에 따라 이러한 지표들에 차이가 있는지를 단면적 연구를 통하여 규명하고자 하였다.

영양상태의 평가법에는 총단백질, 알부민, transferrin 등의 visceral protein status를 나타내는 생화학적 지표들과, 기억 회상법에 의한 열량 및 단백질 섭취의 측정, 주관적 영양상태 평가법(SGA), 제지방 무게, 체지방 분율의 측정 및 이두박근, 삼두박근, 견갑골 하단, 상장골극의 피부추벽 두께의 측정 및 신장, 체중 등 인체 계측법을 이용한 지표들이 있다. 또한 최근에는 IGF-1이나 prealbumin 등이 영양상태의 예민한 지표로 간주되고 있는데, 본 연구에서는 이러한 지표들을 모두 이용하여 평가하였다^{22, 37-39}.

지금까지의 상반된 보고가 대상 환자들의 투석기간의 차이에 기인할 수도 있기 때문에 본 연구에서는 투석기간이 최소한 2년 이상 경과된 장기 투석 환자들만을 대상으로 선택하였다. 금번 연구의 대상 환자들은 본 대학에서 이 등¹¹이 연구한 논문의 대상환자들도 다수 포함이 되었으며 96년 10월에서 97년 4월까지의 기간동안에 시행한 PET 결과를 가지고 분석한 것으로 복막의 이동 특성이 복막투석 시행 당시의 PET 결과와 차이가 나는 환자들은 연구대상에서 제외되었다. 다수의 포함된 대상환자들은 이전 연구 시와 비교해 볼 때 8-12개월간의 복막투석을 계속 시행하고 있었으므로 복막의 이동 특성이 환자들의 영양상태에 장기간의 지속적인 영향을 주었을 것으로 생각되며 두 연구간의 지표들의 통계학적인 차이는 이에 기인할 것으로 생각된다.

4시간 D/P Cr ratio를 근거로 복막의 이동 특성에 따라 분류한 환자군 간의 임상적 특성을 비교하여 보았을 때 환자들의 연령, 성별, 복막투석의 기간 등에는 차이가 없었다. 주관적 영양상태 평가(SGA)는 투석 치료를 받고 있는 환자의 영양상태를 평가하는데 있어

신뢰도가 높은 방법으로 알려져 있어서^{1, 40}, 이러한 SGA를 이용하여 각 군을 비교하였는데 통계학적으로 유의있는 차이를 발견할 수 없었다. 혈청 총단백질과 알부민 농도는 high transport군에서 low transport군에 비해 유의하게 낮았는데 이는 high transport군에서 복막을 통한 단백질과 알부민의 소실이 유의하게 많았기 때문으로 생각되며, 이외에도 high transport군에서는 부적절한 한외여과의 결과로 인한 체액의 증가도 관여하였을 것으로 생각되는데, 이러한 결과는 다른 연구자들에 의한 보고와 일치하고 있다^{9, 10}. 그러나 혈청 알부민의 반감기는 약 20일 정도로 길며, 이의 농도가 알부민의 합성, 이화의 보상적 변화, 감염이나 외상 등의 동반된 전신 질환, 체내분포 및 투석액과 소변을 통한 체외로의 소실 등 여러가지 요인에 의해 영향을 받기 때문에^{5, 27, 41, 42} 측정된 알부민의 혈중 농도 자체가 영양상태를 완전히 반영한다고 볼 수 없으며, 혈청 알부민 농도가 다른 영양상태를 나타내는 지표들과 직접적인 상관관계가 없다는 보고도 있는 실정이다^{3, 43, 44}. 혈청 요소질소, 크레아티닌, 요산 및 인 등도 high transport군에서 유의있게 낮았지만, 알부민에 비해 비교적 빠른 전환이 일어나면서 저장 pool이 적고 환자의 영양상태에 따라 민감하게 반응하는 것으로 알려진 prealbumin이나⁴⁵, 짧은 반감기(8-9일)로 인해 영양상태 평가에 민감한 지표로 알려져 있는 transferrin⁴⁶ 및 cholesterol은 각 군간에 유의있는 차이가 없었다.

제지방 무게는 식이 단백질 섭취의 종합적 결과로 정상인에서 체내 질소 및 영양 상태와 밀접한 상관관계가 있고 복막투석 환자의 장기간 영양상태 평가시 혈청 알부민이나 transferrin보다 정확한 지표로 알려져 있으나^{47, 48}, 요소 동력학 모형, 임피던스 측정기 및 인체 계측법을 이용한 제지방 무게는 4군 간에 유의있는 차이가 없었다. 환자의 hydration상태가 인체 계측법을 이용한 제지방 무게 측정시에는 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각이 되나 hydration상태에 무관한 것으로 알려져 있는 LBMcr³⁶도 4군 간에 차이가 없었던 것으로 보아, 복막의 이동 특성이 제지방 무게로 측정된 영양상태와 밀접한 상관관계가 없음을 시사한다고 할 수 있겠다. 또한 기억 회상법에 의해 조사한 열량 및 단백질 섭취량과 NPCR 등도 모두 복막의 이동 특성에 따라 차이가 없었다. 따라서 본 연구의 결

과로 총단백질 및 알부민 농도가 직접적으로 다른 영양상태를 반영하는 지표들과 관계가 있으나 환자들의 영양상태를 직접적으로 반영한다고 볼 수는 없다고 하겠다. 그러나 식이를 통한 열량 및 단백 섭취에 큰 영향을 받으면서 영양실조시에는 혈중 농도가 감소하고 prealbumin이나 transferrin에 비해 우수한 지표로 알려져 있는 IGF-1의 농도⁴⁹⁾가 high transport군에서 다른 군에 비해 통계적으로 유의하게 낮았는데, 이 지표가 갖는 의의는 향후 장기적인 이환율과 사망률을 포함한 임상 지표의 비교 관찰을 통하여 규명해야 할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 복막의 이동 특성에 따라 영양상태에 차이가 있는 지 단면적인 연구를 시행하였으며 high transport 군에서 부적절한 환외여과로 인한 과다한 체액 상태가 복막투석 환자들의 이환율 및 사망률에 영향을 미칠 것으로 생각되며 향후 심초음파 등을 이용하여 복막의 이동 특성이 심혈관계 기능에 어떠한 영향을 미치는지 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

= Abstract =

Nutritional Status of Long-term CAPD Patients-Impact of Peritoneal Transport Characteristics

Ru Tha Lee, M.D., Sin Wook Kang, M.D.
Jae Ha Whang, M.D., Kyu Hun Choi, M.D.
Ho Young Lee, M.D. and Dae Suk Han, M.D.

*Department of Internal Medicine, Institute of
Kidney Disease, College of Medicine,
Yonsei University, Seoul, Korea*

Protein-calorie malnutrition is common in CAPD patients and is associated with increase in morbidity and mortality in CAPD patients. There are many causes of malnutrition in CAPD patients, and it is well known that a large amount of protein losses through peritoneal membrane is one of them. To investigate the effect of the peritoneal membrane transport characteristics on the nutritional status in long-term CAPD patients, we conducted a cross-sectional study on clinically stable 115 patients (63 males and 52 females) who have been on CAPD for more than 2 years, and assessed nutritional status by subjective global assessment(SGA), biochemical, anthropometric and urea kinetic parameters. Patients were divided into 4 groups according to the results

of standard peritoneal equilibration test(PET). The results were as follows:

1) The patients were divided into 4 groups according to the PET results: high transporter(n=16, 14%), high average transporter(n=38, 33%), low average transporter(n=50, 43%), and low transporter (n=11, 10%).

2) The mean age of the patients was 50.1 ± 11.6 years(range, 19-75) with sex ratio(M:F) 1.2:1 and mean duration of dialysis was 57.5 ± 27.8 months (range, 24-135). The mean body weight(Bwt) was 59.2 ± 8.9 kg, percent ideal body weight(%IBW) was $104.7 \pm 15.6\%$, %lean body mass(LBM)/Bwt was $82.1 \pm 11.1\%$, and malnourished patients by subjective global assessment(SGA) were 32.2%(38/115).

3) The mean BUN, creatinine, total protein, and albumin level of the patients were 54.5 ± 13.1 mg/dL, 12.3 ± 3.0 mg/dL, 6.7 ± 0.8 g/dL, and 3.8 ± 0.6 g/dL, respectively.

4) There were no significant differences in age, sex ratio, CAPD duration, peritonitis rate, %LBM/Bwt, and SGA among the 4 groups.

5) Total protein(g/dL) and albumin(g/dL) levels in high transporters were 6.4 ± 0.5 , 3.5 ± 0.4 , respectively, and they were significantly lower than those of low transporters(7.2 ± 0.6 , 4.2 ± 0.5)($P < 0.05$).

6) 24 hour dialysate protein(g/day) and albumin (g/day) losses were significantly higher in high transporters(8.10 ± 1.85 , 4.19 ± 1.23) compared to those of low transporters(5.07 ± 1.85 , 2.78 ± 0.99)($P < 0.05$).

7) The level of IGF-1(ng/mL) was significantly lower in high transporters (150.5 ± 86.2) compared to that of low transporters(310.3 ± 162.1)($P < 0.05$).

8) The level of BUN(mg/dL), Cr(mg/dL) were also lower in high transporters(45.4 ± 13.1 , 10.1 ± 2.0) than those of low transporters(61.6 ± 18 , 14.7 ± 2.7), but there were no significant differences in Hct, total cholesterol, prealbumin, and transferrin among the 4 groups.

9) There were no statistically significant differences in Kt/Vurea, RRF, NPCR, dietary calorie and protein intakes among the 4 groups.

10) Anthropometric parameters such as TSF, BSF, MAC and LBM measured by three different methods (LBMCr, LBMimp, LBManthro) didn't show any significant differences among the 4 groups.

In conclusion, increased peritoneal permeability may not adversely affect SGA and anthropometric status of long-term CAPD patients, although it is associated with lower serum albumin, creatinine, and IGF-1 level. Clinical significance of these findings remains to be elucidated.

Key Words: CAPD, Peritoneal Transport characteristics, Albumin, Malnutrition

참고 문헌

- 1) Young GA, Kopple JD, Lindholm B, Vonesh EF, De Vecchi A, Scalamogna A, Gastelnova C, Oreopoulos DG, Anderson GH, Bergstrom J, DiChiro J, Gentile D, Nissenson A, Sakhrani L, Brownjohn AM, Nolph KD, Prowant BF, Algrim CE, Martis L, Serkes KD: *Nutritional assessment of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients; An international study. Am J Kidney Dis 17:462-471, 1991*
- 2) Ikizler TA, Hakim RM: *Nutrition in end stage renal disease. Kidney Int 50:343-357, 1996*
- 3) Heimbürger O, Bergstrom J, Lindholm B: *Maintenance of optimal nutrition in CAPD. Kidney Int 46:S39-S46, 1994*
- 4) Lowrie EG, Lew NL: *Death risk in hemodialysis patients: The predictive value of commonly measured variables and evaluation of death rate differences between facilities. Am J Kidney Dis 15:458-482, 1990*
- 5) Burkart JM: *Effect of peritoneal dialysis prescription and peritoneal membrane transport characteristics on nutritional status. Perit Dial Int 15:S20-S35, 1995*
- 6) Twardowski ZJ, Khanna R, Ponferrada L, Collins A: *Lean body mass estimation by creatinine kinetics. J Am Soc Nephrol 4:1475-1485, 1994*
- 7) Burkart JM: *Avoiding inadequate dialysis in long term peritoneal dialysis patients. Semin Dial 8:336-342, 1995*
- 8) Lamb E, Buhler R, Cattel WR, Dawnay A: *Albumin transport during the peritoneal equilibration test(PET); Relationship to solute transport and effect of diabetes.(Abstract) J Am Soc Nephrol 2:364, 1991*
- 9) Nolph KD, Moore HL, Prowant B: *Continuous ambulatory peritoneal dialysis with a high flux membrane. ASAIO 39:904-909, 1993*
- 10) Wu CH, Huang CC, Huang JY, Wu MS, Leu ML: *High flux peritoneal membrane is a risk factor in survival of CAPD treatment. Adv Perit Dial 12:105-109, 1996*
- 11) 이호영, 이인희, 권건호, 노현진, 박형천, 강신욱, 최규현, 한대석: 장기 지속성 외래 복막투석 환자에서 영양상태에 미치는 효과. 대한신장학회지. 16: 69-79, 1997
- 12) Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, Jeejeebhoy KN: *What is subjective global assessment? J Parenter Enter Nutr 11:8-13, 1987*
- 13) Watson PE, Watson ID, Batt RD: *Total body water volumes for adult male and female estimated from simple anthropometric measurements. Am J Clin Nutr 33:27-39, 1980*
- 14) Keshaviah PR, Nolph KD, Moore HL, Prowant BF, Emerson PF, Meyer M, Twardowski ZJ, Khanna R, Ponferrada L, Collins A: *Lean body mass estimation by creatinine kinetics. J Am Soc Nephrol 4:1475-1485, 1994*
- 15) Durin JV, Womersley J: *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness; Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr 32:77-97, 1974*
- 16) Siri WE: *Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Lawrence JH, Tobias CA ed. Advances in Biological and Medical Physics Academic Press, New York; 1956:4-16*
- 17) Popovich RP, Moncrief JW, Decherd JB, Bomar JB, Pyle WK: *The definition of a novel portable/wearable equilibrium peritoneal dialysis technique(abstract). ASAIO 5:64, 1976*
- 18) Young GA, Young JB, Young SM, Hobson SM, Hildreth B, Brownjohn AM, Parsons FM: *Nutrition and delayed hypersensitivity during continuous ambulatory peritoneal dialysis in relation to peritonitis. Nephron 43:177-186, 1986*
- 19) Bergstrom J: *Why are dialysis patients malnourished? Am J Kidney Dis 26:229-241, 1995*
- 20) Dombros N, Digenis GE, Oreopoulos DG: *Is malnutrition a problem for the patient on peritoneal dialysis?; Nutritional markers as predictors of survival in patients on CAPD. Perit Dial Int 15:10-19, 1995*
- 21) Bergstrom J, Lindholm B: *Nutrition and adequacy of dialysis. How do hemodialysis and CAPD compare? Kidney Int 43:S39-S50, 1993*
- 22) Harty J, Boulton H, Heelis N, Uttley L, Venning M, Gokal R: *Limitations of kinetic models as predictors of nutritional and dialysis adequacy in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. Am J Nephrol 13:454-463, 1993*
- 23) Blumenkrantz MJ, Gahl G, Kopple JD, Kamdar AV, Jones MR, Kessel M, Coburn JW: *Protein losses during peritoneal dialysis. Kidney Int 19:593-602, 1981*
- 24) Bergstrom J, Furst P, Alvestrand A, Lindholm B: *Protein and energy intake, nitrogen losses in*

- patients treated with continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 44:1048-1057, 1993
- 25) Blake PG, Sombolos K, Abraham G, Weissgarten J, Pemberton R, Chu GK, Oreopoulos DG: Lack of correlation between urea kinetic indices and clinical outcomes in CAPD patients. *Kidney Int* 39:700-706, 1991
- 26) Lamb E, Worrall J, Buhler R: Effect of diabetes and peritonitis on the peritoneal equilibration test. *Kidney Int* 47:1760-1777, 1995
- 27) Kawanishi H, Namba S, Morish MI: Adequate dialysis and morbidity in CAPD is greatly affected by peritoneal permeability(Abstract). *J Am Soc Nephrol* 4:410, 1993
- 28) Han DS, Lee SW, Kang SW, Choi KH, Lee HY: Factors affecting low values of serum albumin in CAPD patients. *Adv Perit Dial* 12:288-292, 1996
- 29) Teehan BP, Schleifer CR, Brown JM: Urea kinetic analysis and clinical outcome in CAPD. A five year longitudinal study. In: Khanna R, Nolph KD, Prowant BF, Twardowski ZJ, Oreopoulos DG, eds. *Adv Perit Dial Toronto: Peritoneal Dialysis Bulletin Inc.*, 6:181-185, 1990
- 30) Blake PG, Flowerdew G, Blake RM, Oreopoulos DG: Serum albumin in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis—Predictors and correlation with outcomes. *J Am Soc Nephrol* 3:1501-1507, 1993
- 31) Twardowski ZJ, Nolph KD, Khanna R: Peritoneal equilibration test. *Perit Dial Bull* 7:138-147, 1987
- 32) Blake PG, Abraham G, Sombolos K, Izatt S, Weissgarten J, Ayiomamitis A, Oreopoulos DG: Changes in peritoneal membrane transport rates in patients on long term CAPD. *Adv Perit Dial* 5:3-7, 1989
- 33) Digenis GE, Dombros N, Oreopoulos DG: Peritoneal dialysis: How much is enough? *Semin Dial* 1:72-78, 1988
- 34) Gotch F, Sargent JA: A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study. *Kidney Int* 28:526-534, 1985
- 35) Brandes JC, Piering WF, Beres JA: Clinical outcome of continuous ambulatory peritoneal dialysis predicted by urea and creatinine kinetics. *J Am Soc Nephrol* 2:1430-1435, 1992
- 36) Jones MR: Preventing malnutrition in the long term peritoneal dialysis patient. *Semin Dial* 8:347-354, 1995
- 37) Harty JC, Boulton H, Venning MC, Gokal R: Is peritoneal permeability an adverse risk factor for malnutrition in CAPD patients? *Miner Electrolyte Metab* 22:97-101, 1996
- 38) Jeejeebhoy KN, Detsky AS, Baker JP: Assessment of nutritional status. *J Parent Enter Nutr* 14:193-195, 1990
- 39) Lazarus JM: Nutrition in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 21:99-105, 1993
- 40) Chertow GM, Bullard A, Lazarus JM: Nutrition & the dialysis prescription. *Am J Nephrol* 16:79-89, 1996
- 41) Enia G, Sicuso G, Alati G, Zoccali C: Subjective global assessment of nutrition in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 8:1094-1098, 1991
- 42) Kaysen GA, Schoenfeld P: Albumin homeostasis in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 25:107-114, 1984
- 43) Weidel SE, Smith G, Fleck A: The effects of experimental malnutrition on albumin metabolism and distribution in rabbits. *Br J Nutr* 72:369-384, 1994
- 44) Schoenfeld PY: Albumin is an unreliable marker of nutritional status. *Semin Dial* 5:218-223, 1992
- 45) Winchester JF: The albumin dilemma. *Am J Kidney Dis* 20:76-77, 1992
- 46) Tuten MB, Wogt S, Dasse F, Lider Z: Utilization of prealbumin as nutritional parameter. *J Parent Ent Nutr* 9:709-711, 1985
- 47) Jeffrey SZ, Stanley SA: Continuous ambulatory peritoneal dialysis and nutritional adequacy. *Semin Dial* 5:257-259, 1992
- 48) Fine A, Cox D: Mildest reduction of serum albumin in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients is common and of no apparent clinical consequence. *Am J Kidney Dis* 20:50-54, 1992
- 49) Schrieber MJ: Nutrition and dialysis adequacy. *Perit Dial Int* 15:S39-S49, 1995
- 50) Jacob V, Carpenter JEL, Salzano S, Maylor V, Wild G, Brown CB, Nahas ME: IGF-1, a marker of undernutrition in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 52:39-44, 1980