

지속성 외래 복막투석 환자의 영양실조

연세대학교 의과대학 내과학교실

박 형 천

투석 치료를 시작하는 말기신부전증 환자들은 요독 중에 다른 호르몬과 대사장애, 동반된 합병증, 복용중인 약물의 부작용 및 만성 질환과 관련된 사회·정신적 스트레스 요인에 의해 영양실조에 빠질 위험이 높다¹⁻⁷⁾. 영양실조에는 단백질 영양실조, 에너지 영양실조, 그리고 단백질-에너지 영양실조의 3가지 형태가 있다. 단백질 영양실조 시 근육량 및 혈청 단백질의 감소 및 부종이 나타나고, 에너지 영양실조는 체중, 지방량, 탄수화물 등이 감소하는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 지속적 외래 복막투석 (continuous ambulatory peritoneal dialysis, CAPD) 환자의 상당수가 단백질과 에너지 결핍이 복합적으로 동반된 단백질-에너지 영양실조 (protein-energy malnutrition) 상태에 있으며, 이러한 영양실조가 동반된 환자군에서 이환율 및 사망률이 높은 것으로 알려져 있다⁷⁻⁹⁾. 주관적 영양상태 평가 (subjective global assessment, SGA)를 이용한 Young 등의 연구에서 33% 정도의 환자가 경도에서 중등도의 영양실조를 보이고, 8% 정도가 중증의 영양실조 상태에 있는 것으로 보고되었다²⁾. 혈청 알부민이나 크레아티닌 수치 등의 생화학적 지표를 이용한 연구 결과에서도 전체 복막투석 환자의 40-66%가 영양불량 상태에 있는 것으로 알려져 있다¹⁻⁵⁾. 또한 일부에서는 복막투석 환자들 이 혈액투석 치료를 받는 환자에 비해 영양실조의 유병률이 더 높은 것으로 보고되고 있다^{10, 11)}. 이와 같이 부적절한 영양상태는 환자의 이환율 및 사망률과 밀접한 관계가 있어 관심의 대상이 되고 있다^{4, 7-10)}. 실제로 투석 환자의 단백질 섭취량과 총입원일수 및 사망률은 역상관관계에 있으며¹²⁾, CAPD 환자에서 단백질 섭취가 감소될 경우 복막염의 빈도가 증가된다는 보고들도 많다¹³⁾. 혈청 알부민의 감소나 체근육량의 손실을 나타내는 혈청 크레아티닌 수치가 낮은 경우에서 환자의 사망률이 높은 것으로 보고되어 있고¹⁴⁾, 실제 혈청 알부민치가 1 g/dL 상승하면 사망의 상대적 위험도는 6%

감소한다는 보고도 있다¹⁵⁾. 이와 같이 단백질-에너지 영양실조는 투석 환자에서 흔히 동반되는 합병증 (감염성 질환, 심장질환, 당뇨 및 당뇨 합병증, 뇌혈관 및 말초혈관질환, 그 외 전신질환 등) 발생에 영향을 미칠 수 있어 복막투석 환자에서 영양실조 예방과 치료는 요독증의 합병증 발생 예방과 말기신부전증 환자의 삶의 질 개선에 있어 매우 중요하다.

복막투석 환자의 단백질-에너지 권장량

CAPD 환자에서는 투석액으로 손실되는 단백질량을 보충하기 위해 고단백 식사가 필요하며, 표준체중을 유지하기 위해 적절한 에너지 섭취가 권장된다¹⁶⁻¹⁸⁾. CAPD 환자에서 positive nitrogen balance를 유지하기 위한 단백질 섭취 (dietary protein intake, DPI) 권장량은 1.2 g/kg body weight로 정상 성인의 단백질 섭취 권장량 (0.6-0.7 g/kg body weight)의 2배 정도이다. 초기 연구에서 호흡, 땀과 피부 탈락 (skin desquamation) 등을 통한 측정되지 않는 질소 손실이 약 0.5 g/day 정도로 negative nitrogen balance를 방지하려면 최소 1.1 g/kg/day의 DPI가 필요하다는 연구 결과가 있으며, 현재 환자 개개인 간의 차이를 고려하면 1.2-1.3 g/kg/day의 DPI가 추천되고 있다¹⁹⁾. 그러나 일부 CAPD 환자에서는 0.9-1.0 g/kg/day의 DPI로도 영양상태에 큰 문제가 없었다는 보고가 있다¹¹⁾. 보고자마다 상이한 단백질 섭취량 계산 공식을 사용한 점이 이러한 결과의 원인이라고 추측되고 있으며, 환자마다 대사량이 다르고 체중이 연령, 성별, 신장 체격에 따라 다르므로 NHANES nomogram을 사용하는 것이 권장된다.

CAPD 환자의 에너지 권장량은 신체 활동량에 비례하며, 정상 성인과 크게 차이가 없다^{16, 17)}. 그러나, 실제 복막투석 환자에서 단백질-에너지 1일 섭취량을 조사해 보면 중성의 질소 평형을 이루며 정상적인 영

양 상태를 유지하기 위해 필요한 요구량 보다 낮은 수준이며 특히 에너지의 섭취량이 유의하게 부족하다. 만성 신부전 환자에서 야간 음식 후와 식사 직후, 단계별 활동 중의 에너지 소모량을 정상인과 비교한 결과 신부전 환자와 정상인 사이에 차이가 없는 것으로 보고되어 신부전 환자에서 에너지 요구량이 증가되는 것은 아닌 것으로 생각되며, 신부전이 진행할수록 환자의 단백질 및 에너지 섭취량이 의의 있게 감소되는 것이 주요 원인으로 여겨진다. Modification in Diet in Renal Disease (MDRD) 연구에 의하면 사구체 여과율이 25-38 mL/min/1.73m²에 이르면 환자의 단백질 및 에너지 섭취량이 감소하기 시작하는 것으로 보고되어 이러한 가능성을 뒷받침한다^{20, 21}. 질소 평형은 전체 에너지 섭취량에 비례하며, 단백질 동화 작용을 늘리기 위해서는 충분한 에너지 섭취가 요구된다. 에너지 섭취가 부족한 경우 식이 단백질의 활용도가 낮아지고 단백질의 당신생 과정을 통해 섭취된 식이 단백질이 체내 부족한 에너지 보충에 사용된다. 따라서 K/DOQI 지침서에서는 60세 이하와 60세 이상의 CAPD 환자군에서 각각 35 kcal/kg body weight/day 및 30-35 kcal/kg body weight/day의 에너지 섭취를 권장하고 있다¹⁹. CAPD 환자에서는 투석액으로부터 당분이 흡수되며 이는 중요한 에너지 공급원이 된다. 사용하는 투석액의 농도에 달라질 수 있으나 보통 일일 복막투석시 100-300 g의 당분이 흡수되며, 이는 400-1,200 kcal에 상응한다. 기계를 이용하는 자동복막투석을 시행하는 경우 CAPD 환자에 비해 흡수되는 당분의 양이 적은 것으로 알려져 있다²². 이러한 복막투석액을 통한 추가적인 에너지 섭취에도 불구하고 많은 CAPD 환자들의 일일 에너지 섭취량은 권장되는 35 kcal/kg body weight/day 에 부족한 것으로 알려져 있다²³.

CAPD 환자에서 전해질과 비타민을 포함한 영양소별 권장량은 Table 1에 정리되어 있다.

복막투석 환자에서 영양실조의 원인

CAPD 환자에서 단백질 에너지 영양실조가 동반되는 원인은 매우 다양하다 (Table 2). 가장 대표적인 원인은 불충분한 요독 제거로 인한 식욕 감퇴와 미각의 변화에 따른 단백질과 에너지 섭취 부족이다. 그 외에 요독증에 의한 비정상적인 단백질 및 아미노산

대사와 단백질 이화작용의 증가, 동반된 여러 가지 합병증, 대사성 산증, 동화 호르몬 (insulin, somatomedin)의 생물학적 활성 감소와 이화 호르몬 (glucagon, parathyroid hormone)의 혈액내 증가, 낮은 신체 활동량, 세포 에너지 대사이상, 내당능장애, 지질대사장애, 빈번한 전신질환 및 동반된 감염증 등이 영양실조의 원인으로 알려져 있다^{4-6, 24}. CAPD 환자에서 복막 투석액을 통한 하루 약 2.0-3.5 g의 유리 아미노산과 8-12 g의 단백질 소실도 단백질-에너지 영양실조의 위험을 더욱 높이는 것으로 알려져 있다²². 복막염이 발생하면 이러한 단백질의 손실이 더욱 증가하여, 정도의 복막염일 경우 1일 약 15 g의 단백질이 제거되며 항생제 치료를 시작하기 직전의 중증의 복막염에서는 약 100 g까지도 제거되는 것으로 보고된 바 있다^{24, 26}. 복강내 투석액으로 인한 조기 포만감 및 당분 흡수에 따른 식욕 감퇴와 복막의 high transporter 특성 등은 CAPD 과정과 연관된 영양실조의 원인으로

Table 1. Nutritional Requirements in Patients on Peritoneal Dialysis

Protein intake	1.2 g/kg standard body weight/day
Energy intake	≥35 kcal/kg standard body weight/day
Fat	≤35% of total energy intake
Carbohydrate	Rest of calories (consider peritoneal glucose absorption)
Fluid and sodium	Dependent on residual renal function and blood pressure
Potassium	40-80 mmol/day
Calcium	800-1,000 mg/day (consider dialysate concentration)
Magnesium	200-300 ng/day
Phosphate	8 to max 17 mg/kg/day (phosphate binders)
Zinc	15 mg/day
Thiamine	1.5 mg/day
Riboflavin	1.8 mg/day
Pantothenic acid	5 mg/day
Pyridoxine	10 mg/day
Vitamin B12	3 μg/day
Vitamin C	60 mg/day
Folic acid	1-5 mg/day
Fat-soluble vitamins	No supplementation
Vitamin D	Dependent on hyperparathyroidism

Table 2. Causes of Malnutrition in Peritoneal Dialysis Patients

Factors not associated with the mode of dialysis
Insufficient removal of low-molecular-weight toxins due to underdialysis
Cumulation of middle molecules with central anorectic effects
Loss of metabolizing renal tissue
Tastelessness of renal diet and altered taste perception
Metabolic acidosis
Increased serum leptin levels
Endocrinologic factors
Gastroparesis and delayed gastric emptying
Side effects of drugs
Infections (e.g., peritonitis)
Comorbidity (e.g., cardiovascular disease)
Psychosocial factors (e.g., depression)
Low physical activity
Advanced age
Long duration of dialysis
Late referral to dialysis
Factors associated with the mode of dialysis
Amino acid, vitamin, and protein losses
Glucose absorption
Subjective feeling of fullness from the dialysate in the abdomen
Cytokine release?
High peritoneal transport rates

Table 3. Assessment of Nutritional Status in CAPD

Diet history
Anthropometric measurements
Body weight
Body mass index (BMI)
Broca index
Midarm muscle circumference (MAMC)
Triceps muscle circumference (TSF)
Handgrip muscle strength
Lean body mass (% LBM) determined by
Creatinine kinetics
Bioelectrical impedance
Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)
Near infrared
Anthropometrics
Subjective global assessment (SGA, malnutrition score)
Normalized protein equivalent of total nitrogen appearance (nPNA)
Biochemical measurements
Serum albumin
Serum prealbumin
Serum transferrin
Insulin-like growth factor-I
Immunologic parameters
Skin testing for delayed hypersensitivity
Total lymphocyte count
Total body nitrogen, total body potassium

로 알려져 있다²⁴⁾.

영양상태 평가

영양상태를 평가하는 지표로는 여러 가지 방법이 제시되고 있으며 (Table 3), 실제 임상에서는 이들 중 몇 가지 지표를 동시에 측정하여 환자의 영양상태를 종합적으로 판정한다. 단백질과 에너지 섭취량의 측정 은 훈련된 영양사에 의한 식이면담 또는 식사 일기법을 통한 음식 섭취 기록을 이용하여 추정할 수 있고, 요소동력학 모형에 의한 표준화 단백질 발현율 (normalized protein equivalence of nitrogen appearance, nPNA) 측정을 통해 간접적인 단백질 섭취량을 조사할 수 있다^{19, 22)}. Steady state에서는 nPNA를 protein catabolic rate (PCR)와 동일한 의미로 사용하기도 하며, PCR은 혈액투석에서는 투석간의 혈중 BUN의 상승으로 결정되는 urea appearance로 측정

되지만, CAPD에서는 비교적 BUN이 일정하여 이를 적용할 수 없으므로 투석액과 소변으로의 urea와 아미노산 손실로 urea appearance를 공식으로 결정한다²⁷⁾ (Table 4).

여러 가지 생화학적 지표 중 혈청 크레아티닌과 혈청 알부민 검사 등이 영양 평가에 도움을 줄 수 있다¹⁻⁴⁾. 혈청 크레아티닌은 환자의 나이, 식이섭취량과 근육량에 의해 영향을 많이 받는 지표로 투석 중인 환자에서 낮은 혈청 크레아티닌 수치는 불량한 영양상태를 반영한다⁸⁾. 혈청 알부민은 내장 단백질을 나타내는 대표적인 지표로 널리 알려져 있으며, 영양상태가 알부민 생합성의 주요 조절인자로 작용하여 오래 전부터 투석 환자에서 영양실조를 반영할 수 있는 가장 의미있는 인자로 보고되어 왔다^{19-24, 28)}. 그러나 혈청 알부민 농도는 체액분포와 감염과 같은 전신 질환시 급성 염증반응의 영향을 받을 수 있어 단순히 영양실조만을 반영하지 않을 수 있다²⁹⁾. 실제 신부전 환자

Table 4. Calculation of nPNA and LBM

PNA (protein nitrogen appearance, g/day) by Bergstrom formula:

if dialysate protein loss unknown; $PNA=20.1+7.5 \times UNA$ (g/d)

if known; $PNA=15.1+6.95 \times UNA$ (g/d) + dialysate protein loss (g/d)

* UNA (urinary nitrogen appearance, g/d) = dialysate urea loss + urinary urea loss
 = $(Durea \times Dvol) + (Uurea \times Uvol)$

* $nPNA = PNA / V_2 / 0.58$

LBM by creatinine kinetics

in the steady state

Production = excretion + metabolic degradation (urine + dialysate)

Excretion (mg/day) = $(Uvol \times Ucr) + (Dvol \times Dcr)$

Metabolic degradation (mg/day) in patients = $0.38 \times Scr$ (mg/day) \times weight (kg)

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

Durea: drained dialysate urea nitrogen concentration (mg/dL), *Uurea*: urine urea nitrogen concentration (mg/dL), *Uvol*: urine volume/day (liter), *Dvol*: drained dialysate volume/day (liter), *Ucr*: creatinine concentration in urine (mg/mL) *Dcr*: creatinine concentration in effluent dialysate (mg/mL), *Scr*: serum creatinine (mg/dL) V_2 (urea distribution volume); by Watson-formula:

male: $2.447 - (0.09516 \times Age) + (0.1074 \times Ht) + (0.3362 \times Wt)$

female: $-2.097 + (0.1069 \times Ht) + (0.2466 \times Wt)$

중 저알부민혈증이 있는 군에서 혈청내 CRP 및 tumor necrosis factor- α (TNF- α)와 같은 염증반응 인자의 상승이 관찰된다는 보고도 있다^{30, 31)}. 한편, 저알부민혈증이 있으면 이미 영양실조가 상당히 진행된 상태임을 나타내므로 영양실조의 조기 진단에 사용하기에는 어려움이 있다¹⁹⁾. 혈청 transferrin, prealbumin, immunoglobulin, retinol binding protein, insulin like growth factor-1 (IGF-1) 등의 생화학적 지표들도 영양상태를 일부 반영할 수 있을 것으로 보고되고 있으나 CAPD 환자에서의 역할은 명확하지가 않다^{34, 32)}.

인체계측법은 비용이 싸고 방법이 간단하며 비교적 비침습적인 방법으로 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 신장, 체중의 측정과 함께 특정 부위의 피부두께 (skinfold thickness) 및 둘레를 측정하는 것으로, 상완삼두근 및 견갑골 하단의 피부 두께는 각각 사지와 체부의 지방조직을 반영하며 복부 둘레와 둔부 둘레는 내부 장기의 지방조직을 반영한다. 중완 둘레 (midarm circumference)와 상완 삼두근의 피부두께 두께를 이용하여 midarm muscle area를 산출하며 이는 체내 단백질 저장량을 반영한다³³⁾. 또한 dynamometer를 이용한 hand-grip muscle strength 측정도 환자의 영양상태를 손쉽게 평가하는 방법으로 알려져 있다³⁴⁾. 그러나 비정상적인 체

질량지수나 극심한 저체중 등이 동반된 경우 인체계 측 지표는 CAPD 환자에서 영양상태를 반영하기 어려운 단점이 있다.

투석 환자에서 영양상태를 평가하는 또 다른 방법은 체조성 분석이며, 크게 직접 측정법과 간접 측정법으로 분류할 수 있다³⁵⁾. 직접 측정법은 중성자 방사화 분석 (neutron activation analysis), 전산화 단층촬영, 자기공명영상, 이중 에너지 방사선 촬영술 (dual energy X-ray absorptiometry) 등이 있으며 이들은 신체를 구성하는 화학적, 해부학적 물질을 직접 측정하는 방법이므로 정확하다는 장점이 있으나 기술적, 경제적으로 임상에서 널리 적용하기 어려운 단점이 있다. 이중 중성자 방사화 분석을 이용한 total body nitrogen (TBN)의 측정은 환자군의 체내 단백질 저장 상태를 평가하는 가장 직접적인 방법으로 이는 체내 근육량과 직접적으로 비례한다. TBN은 환자의 예후와 관련하여 중요한 정보를 제공하며, 실제 Pollack 등의 연구에서는 예측 TBN의 80% 미만인 환자들의 1년 사망률이 48%에 이른다고 보고하였다. 체조성을 분석하기 위한 간접 측정법은 수중계량법 (hydrodensitometry), 임피던스 측정법 (bioelectric impedance), 인체계측법, 크레아티닌 동력학을 이용한 제지방 (lean body mass, LBM) 무게의 측정 등이 있으며 이들은 직접 측정법에 비하여 정확도는 다소 떨어진다.

LBM은 식이 단백질 섭취의 종합적인 결과로 투석 환자에서 장기간의 영양상태에 대한 중요한 지표로 사용된다. LBM의 감소는 부적절한 투석 또는 부족한 식이 섭취를 반영하고, 영양실조에 따른 이차적인 LBM의 30-50% 이상의 감소는 치명적인 부작용을 초래한다. 이러한 LBM의 측정 방법으로는 총체액량부터 구하는 방법이나 gamma emission 또는 isotope dilution method에 의한 total body potassium의 측정, dual energy absorptiometry (DEXA)나 bioelectric impedance (BIA)에 의한 측정, 인체계측에 따른 공식에 의한 산출법, 그리고 비교적 간단히 투석량을 결정하는 방법인 24시간 투석액과 소변의 크레아티닌 동력학을 (Table 4) 이용하여 구할 수 있다^{27, 34, 35}.

투석 환자에서 TBN을 제외한 다른 영양 지표들은 단독으로는 중증의 영양실조 상태도 조기에 진단하기 어려워 SGA와 같이 여러 가지 요소를 고려하는 평가 방법의 사용이 필요하다¹⁵. SGA는 환자의 병력과 체지방과 근육량에 대한 이학적 소견을 주관적 및 객관적인 측면에서 평가하여 환자의 영양상태를 종합적으로 판정하는 방법이다. 이 방법의 장점은 저비용으로 용이하고 간단하게 측정 가능하고, 비교적 단기간의 교육으로 수행될 수 있으며, 단백질-에너지 영양상태를 총체적으로 반영하는 것이다. SGA는 동반된 질환

에 영향을 받을 수 있는 단점이 있으나 투석 환자에서 영양 상태 평가의 유용성이 입증된 도구로 현재는 7-point scale을 이용한 SGA 방법이 권장되고 있다. SGA로 영양상태를 평가한 연구 결과 전체 CAPD 환자의 41-42%에서 영양실조가 관찰되었고^{2, 10}, 개량된 SGA를 이용하여 실시한 연구에서도 SGA 방법은 임상적 결과를 예측하는데 가장 유용한 영양지표였다³⁶. LBM, 혈청 알부민 및 SGA는 모두 CAPD 환자의 영양상태를 반영하는 지표들이나 이들 지표들간의 상호 관련성은 적다³⁵. 상호관계가 미비한 원인 중의 하나는 혈청 알부민과 같은 지표들이 영양상태와는 관련이 없는 염증과 같은 인자들에 의해 영향을 받기 때문인 것으로 알려져 있다. 따라서 CAPD 환자의 영양상태를 평가하는 데는 여러 가지 영양지표를 포함한 영양지수 (nutrition scores)를 활용하는 것이 한 가지 영양지표를 활용하는 것보다 유용하다.

복막투석 환자에서 영양상태의 추적 관찰

환자의 추적 관찰은 보통 한달에 한번 방문시에 혈중 BUN, 크레아티닌, 알부민치를 측정한다 (Table 5). 혈중 알부민치를 4.0 g/dL 이상으로 유지시키는 것을 목표로 하여 영양상담을 1년에 4번 정도 시행하는 것이 보통이나 문제가 있으면 더 자주 시행한다¹⁹.

Table 5. Monitoring Nutritional Status of Maintenance Dialysis Patients

Category	Measure	Minimum frequency of measurement
I. Measurements that should be performed routinely in all patients	<ul style="list-style-type: none"> • Predialysis or stabilized serum albumin • % of post-drain (CPD) body weight • % of standard (NHANES II) body weight • Subjective global assessment (SGA) • Dietary interview and/or diary • nPNA 	<ul style="list-style-type: none"> • Monthly • Monthly • Every 4 months • Every 6 months • Every 6 months • Monthly MHD; every 3-5 months CPD
II. Measurements that can be useful to confirm or extend the data obtained from the measures in Category I	<ul style="list-style-type: none"> • Predialysis or stabilized serum pre-albumin • Skinfold thickness • Mid-arm muscle area, circumference, or diameter • Dual energy X-ray absorptiometry 	<ul style="list-style-type: none"> • As needed • As needed • As needed • As needed
III. Clinically useful measures, which, if low, might suggest the need for a more rigorous examination of protein-energy nutritional status	<ul style="list-style-type: none"> • Predialysis or stabilized serum <ul style="list-style-type: none"> - Creatinine - Urea nitrogen - Cholesterol • Creatinine index 	<ul style="list-style-type: none"> • As needed • As needed • As needed

안정된 CAPD 환자의 경우에도 투석량과 복막의 기능을 1년에 2번은 측정하여야 한다. 이때는 투석액과 소변을 24시간 채집하여 측정하며 이것으로 PCR도 구할 수 있다. 혈중 알부민치가 낮은 환자 특히 PCR, LBM도 낮은 경우는 영양실조 가능성이 있으므로 자세히 관찰하고 이때 나쁜 영향을 끼치는 다른 요인이나 다른 질환의 가능성을 확인하여야 한다. 다른 가능성을 배제하고 나면 우선 투석량을 늘리는데, dwell volume을 늘리거나 교환 횟수를 증가시킨다.

영양실조의 예방과 치료

CAPD 환자에서 영양실조를 예방하기 위한 첫 단계는 우선 투석 시작시 환자의 영양상태를 정확하게 평가하고 3-6개월마다 주기적인 영양평가를 실시하는 것이다¹⁹⁾. 영양실조 자체가 식욕부진의 원인이 될 수 있으므로 조기진단하여 교정하여야 임상적으로 악화되는 것을 막을 수 있다. 적절한 식이섭취가 영양실조 예방에 무엇보다도 중요한데, 투석 전에 저단백식이 교육을 받은 사람은 일단 복막투석을 시작하게 되면 식이교육을 다시 받아 단백질섭취를 늘려야 한다^{24, 25)}. CAPD 환자는 투석액으로 단백질 손실이 크므로 하루 적어도 1.2 g/kg body weight/day의 단백질을 섭취해야 한다. 적절한 에너지 섭취도 중요하며, CAPD 환자에서는 투석액으로부터의 당흡수를 고려하여 혈액투석시보다는 칼로리를 낮추어야 한다^{16-19, 24)}.

투석 환자에서 영양관리상 우선적으로 고려되어야 하는 것은 무엇보다도 충분한 투석을 제공하는 것이며, 영양실조가 있는 CAPD 환자에서 투석량을 증가시키는 것이 우선적으로 시행되어야 한다²⁴⁾. MDRD 연구에서 밝혀진 바와 같이 환자들의 크레아티닌 청소율의 감소는 식이 단백질과 에너지 섭취율을 감소시켰고 영양상태 지표들을 악화시켰다^{20, 21)}. 한편, 투석을 새로 시작하거나 기존의 투석 처방보다 투석량을 증가시키는 것이 반드시 환자의 단백질 섭취율 증가 또는 영양상태 개선과 연관되는지에 대해서는 명확하지 않다. 그러나 말기신부전 환자에서 복막투석의 시작은 영양상태를 개선시키는 작용이 CANUSA 연구에서 관찰되었고, 영양실조 상태의 CAPD 환자에서 전달된 투석량 증가에 비례하여 식이 단백질 섭취량 증가가 보고되었다²²⁾. 따라서 적절한 투석처방을 하여 weekly Kt/V와 PCR을 유지할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 또

한 철저한 병력과 이학적 검사를 통해 음식섭취 감소가 식이제한에 의해 맛이 없어서 오는 것인지 입맛의 변화에 의한 것인지를 구분하여야 하며, 음식 섭취력을 조사하여 환자가 선호하는 음식을 찾아내어 음식처방에 선호하는 음식을 첨가하도록 한다. 만일 중증의 영양실조가 있다면 모든 식이제한을 일시적으로 해제할 수 있다. 아연 결핍도 투석 환자의 음식에 대한 입맛 변화의 원인이 될 수 있고 인결합제를 비롯한 다른 약물도 식욕부진의 원인이 될 수 있으므로 조심해서 사용하거나 일시적으로 사용을 중지할 수 있다³⁷⁾. 위장마비가 있으면 metoclopramide, 당뇨의 경우 erythromycin, cisapride 등도 사용해 볼 수 있다²⁴⁾. 대사성 산증의 치료로 bicarbonate 투석액 사용을 고려하거나 경구 중탄산나트륨 투여를 시도해 볼 수 있다^{24, 38)}. 철분공급과 적혈구 조혈인자 (재합성 인 에리트로포에틴)를 사용하여 빈혈을 교정할 경우 건체중의 증가가 보고되어 있다. 동반된 감염증의 치료와 예방, 특히 복막염의 예방은 영양실조 발생 예방에 매우 중요하다³⁹⁾.

적절한 투석을 시행하고 있음에도 불구하고 단백질-에너지 영양실조의 징후를 보이는 환자에서는 식욕을 감퇴시키고 이화작용을 촉진하는 원인을 제거함과 동시에 경구 혹은 비경구적으로 열량과 아미노산을 공급하는 것이 필요하다. 중증의 영양실조 환자에서는 입원 치료가 필요한 경우도 있으며, 비경구적으로 아미노산 수액을 공급할 때에는 필수 아미노산만으로 구성된 제제보다는 필수 아미노산과 비필수 아미노산으로 혼합된 제제를 이용하는 것이 좋다. 복막염이 있을 경우에는 환자의 자발적인 식사량이 매우 감소되어 있으므로 비경구적 수액요법이 필요한 경우가 많다²⁴⁾.

최근에는 성장 호르몬이나 성장인자인 IGF-1의 투여로 영양상태가 호전된다는 보고도 있으나, 대부분이 적은 수의 환자들을 대상으로한 단기간의 연구결과이고 장기간 투여의 효과와 부작용 등에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요한 실정이다⁴⁰⁻⁴²⁾.

복막투석 환자에서 영양실조 치료를 위한 특이한 방법으로 다음과 같은 치료법들이 시도되고 있다. 첫째, 식사 직전에 투석액을 배액해서 식사 중에는 복부를 비워두어 식욕을 증가시키려는 시도나 하루 3번 보통 양의 식사보다는 적은 양의 식사를 자주하는 식사요령을 시도해 볼 수 있다. 둘째, 수분섭취를 제한하여 hypertonic exchange의 필요성을 감소시켜 당 흡수를 적게 하려는 시도도 있다. 셋째, 아미노산 복

막투석액 (intraperitoneal amino acid, IPAA) 사용이 있는데 이는 net protein intake를 증가시켜 positive nitrogen balance를 유지하여 혈청 알부민치가 상승하고 전체적으로 영양상태를 호전시키려는 시도이다. 여러 연구에서 아미노산이 복막투석액 내에서 삼투압을 지닌 물질로서 포도당을 효과적으로 대체할 수 있음이 보고되어 있고, 1.1% 아미노산 복막투석액은 1.36% 포도당 복막투석과 동등한 삼투압을 나타낸다고 알려져 있다. 대부분 적은 환자수를 대상으로 시행한 단기간 연구이지만, 다수의 연구에서 아미노산 복막투석액 사용은 혈청 단백질의 증가, 혈장 아미노산 조성의 정상화, 질소 균형의 증가, 그리고 체중 증가 등 영양상태의 호전을 보고하였다⁴³⁻⁴⁵. 아미노산 복막투석액을 사용시 주의할 점들은 아미노산 불균형을 피하기 위해 1일 1-2회만 사용하여야 하고, 아미노산이 당보다 신속히 흡수되어 수분제거에 제한이 올 수 있으므로 장시간 dwell에는 사용하지 않는 것이 좋다. 또 아미노산 복막투석액은 cationic amino acid의 대사로 인해 대사성 산증을 유발할 수 있고 urea nitrogen appearance와 urea 생성을 증가시킬 수 있으므로 주기적인 산-염기 대사 지표와 혈중 요소 농도의 측정이 필요하며 대사성 산증이 심할 경우 경구 알칼리 치료가 권장된다. 체내 단백질 이화 작용을 억제하고 동화 작용을 촉진시키기 위해서는 충분한 에너지 섭취가 필요하므로 아미노산 복막투석액은 하루 중 탄수화물과 지방 음식을 가장 많이 섭취하는 식사 전후에 사용하는 것이 권장된다²⁴.

참 고 문 헌

- 1) Heimbürger O, Bergstrom J, Lindholm B: Maintenance of optimal nutrition in CAPD. *Kidney Int* **46**:S30-S46, 1994
- 2) Young GA, Kopple JD, Lindholm B, et al.: Nutritional assessment of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients: An international study. *Am J Kidney Dis* **17**:462-471, 1991
- 3) Fenton SSA, Johnston N, Delmore T, et al.: Nutritional assessment of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *ASAIO Trans* **33**: 650-653, 1987
- 4) Bistrain BR, McCowen KD, Chan S: Protein-energy malnutrition in dialysis patients. *Am J Kidney Dis* **33**:172-175, 1999
- 5) Mitch WE, Maroni BJ: Factors causing malnutrition in patients with chronic uremia. *Am J Kidney Dis* **33**:176-179, 1999
- 6) Bergstrom J: Why are dialysis patients malnourished? *Am J Kidney Dis* **26**:229-241, 1995
- 7) Dombros NV: Nutritional markers as predictors of survival in patients on CAPD. *Perit Dial Int* **15**:S10-S19, 1995
- 8) Kopple JD: Effect of nutrition on morbidity and mortality in maintenance dialysis patients. *Am J Kidney Dis* **24**:1002-1009, 1994
- 9) Chung SH, Lindholm B, Lee HB: Influence of initial nutritional status on continuous ambulatory peritoneal dialysis patient survival. *Perit Dial Int* **20**:19-26, 2000
- 10) Cianciaruso B, Brunori G, Kopple JD, et al.: Cross-sectional comparison of malnutrition in continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* **26**:475-486, 1995
- 11) Bergstrom J, Lindholm B: Nutrition and adequacy of dialysis. How do hemodialysis and CAPD compare? *Kidney Int* **43**:39-50, 1993
- 12) Spiegel DM, Anderson M, Campbell U: Serum albumin: A marker for morbidity in peritoneal dialysis patients. *Am J Kidney Dis* **21**:26-30, 1993
- 13) Young GA, Young JB, Young SM, et al.: Nutrition and delayed hypersensitivity during continuous ambulatory peritoneal dialysis in relation to peritonitis. *Nephron* **43**:177-186, 1986
- 14) Rocco MV, Jordan JR, Burkart JM: The efficacy number as a predictor of morbidity and mortality in peritoneal dialysis patients. *J Am Soc Nephrol* **4**:1184, 1994
- 15) Canada-USA Peritoneal Dialysis Study Group: Adequacy of dialysis and nutrition in continuous ambulatory peritoneal dialysis: Association with clinical outcomes. *J Am Soc Nephrol* **7**:198-207, 1996
- 16) Blumenkrantz MJ, Kopple JD, Moran JK: Metabolic balance studies and dietary protein requirements in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* **21**:849-861, 1982
- 17) Harty J, Conway L, Keegan M, et al.: Energy metabolism during CAPD: A controlled study. *Adv Perit Dial* **11**:229-233, 1995
- 18) Bergstrom J, Furst P, Alvestrand A, et al.: Protein and energy intake, nitrogen balance and nitrogen losses in patients treated with (Pollock CA, Allen BJ, Warden RA, et al. Total-body nitrogen by neutron activation in maintenance dialysis. *Am J Kidney Dis* **26**:38-45, 1990). *Kidney Int* **44**:1048-1057, 1993

- 19) National Kidney Foundation I, Kidney-Dialysis Outcome Quality Initiative: Clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. *Am J Kidney Dis* **35**:S1-S140, 2000
- 20) Klahr S, Levey AS, Beck GJ, et al.: Modification of Diet in Renal Disease Study Group: The effects of dietary protein restriction and blood-pressure control on the progression of chronic renal disease. *N Engl J Med* **330**:377-381, 1994
- 21) Kopple JD, Greene T, Chumlea WC, et al.: Relationship between nutritional status and the glomerular filtration rate: results from the MDRD study. *Kidney Int* **57**:1688-1703, 2000
- 22) Blake PG, Bargman JM, Bick J: Guidelines for adequacy and nutrition in peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* **10**:S287-S321, 1999
- 23) Palop L, Vega N, Rodriguez T, et al.: Nutritional status of CAPD patients at three years. *Nephrol Dial Transplant* **16**:S195-S202, 1996
- 24) Mehrotra R, Kopple JD: Protein and energy nutrition among adult patients treated with chronic peritoneal dialysis. *Adv Ren Replace Ther* **10**:194-212, 2003
- 25) Kopple JD, Blumentrantz MJ, Jones MR, et al.: Plasma amino acid levels and amino acid losses during continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am J Clin Nutr* **36**:395-402, 1982
- 26) Pollock CA, Allen BJ, Warden RA, et al.: Total-body nitrogen by neutron activation in maintenance dialysis. *Am J Kidney Dis* **26**:38-45, 1990
- 27) Keshaviah PR, Nolph KD, Moore HL, et al.: Lean body mass estimation by creatinine kinetics. *J Am Soc Nephrol* **4**:1475-1485, 1994
- 28) Blake PG, Flowerew G, Blake RM: Serum albumin in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis—predictors and correlations with outcomes. *J Am Soc Nephrol* **3**:1501-1507, 1993
- 29) Jones CH, Newstead CG, Will EJ, et al.: Assessment of nutritional status in CAPD patients: Serum albumin is not a useful measure. *Nephrol Dial Transplant* **12**:1406-1413, 1997
- 30) Han DS, Lee SW, Kang SW, et al.: Factors affecting low values of serum albumin in CAPD patients. *Adv Perit Dial* **12**:288-292, 1996
- 31) Sezer S, Ozdemir FN, Akman B: Predictors of serum albumin level in patients receiving continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Adv Perit Dial* **17**:210-214, 2001
- 32) Kopple JD: The rationale for the use of growth hormone and insulin like growth factor-1 in adults with renal failure. *Miner Electrolyte Metab* **18**:269-275, 1992
- 33) Jacob V, Marchant PR, Wild G, et al.: Nutritional profile of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Nephron* **71**:16-22, 1995
- 34) Heimbürger O, Qureshi AR, Blazer WS, et al.: Hand-grip muscle strength, lean body mass, and plasma proteins as markers of nutritional status in patients with chronic renal failure close to start of dialysis therapy. *Am J Kidney Dis* **36**:1213-1225, 2000
- 35) Pollock CA, et al.: Nutritional aspects of peritoneal dialysis. In: Textbook of Peritoneal Dialysis, Gokal R, et al (2nd ed) Kluwer Academic Publishers, London, 2000, p515-543
- 36) Baker JP, Detsky AS, Wesson DE, et al.: Nutritional assessment: a comparison of clinical judgement and objective measurements. *N Engl J Med* **306**:969-972, 1982
- 37) Hylander B, Barkeling B, Rossner S: Eating behavior in continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis. *Am J Kidney Dis* **12**:1272-1279, 2001
- 38) Stein A, Moorhouse J, Iles-Smith H, et al.: Role of an improvement in acid-base status and nutrition in CAPD patients. *Kidney Int* **52**:1089-1095, 1997
- 39) Stenvinkel P, Heimbürger O, Lindholm B, et al.: Are there two types of malnutrition in chronic renal failure? Evidence for relationships between malnutrition, inflammation and atherosclerosis (MIA syndrome). *Nephrol Dial Transplant* **15**:953-960, 2000
- 40) Ikizler TA, Wingard RL, Flakoll PJ, et al.: Effects of recombinant human growth hormone on plasma and dialysate amino acid profiles in CAPD patients. *Kidney Int* **50**:229-234, 1996
- 41) Iglesias P, Diez JJ, Fernandez-Reyes MJ, et al.: Recombinant human growth hormone therapy in malnourished dialysis patients: A randomized controlled study. *Am J Kidney Dis* **32**:454-463, 1998
- 42) Fouque D, Peng SC, Shamir E, et al.: Recombinant human insulin-like growth factor-1 induces an anabolic response in malnourished CAPD patients. *Kidney Int* **57**:646-654, 2000
- 43) Gonzalez AO, Melon CP, Esteban J, et al.: Intra-peritoneal amino acids in CAPD: An 18 month experience. *Perit Dial Int* **19**:494-496, 1999
- 44) Taylor GS, Patel V, Spencer S, et al.: Long term use of 1.1% amino acid dialysis solution in hypoalbuminemic continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Clin Nephrol* **58**:445-450, 2002
- 45) Li FK, Chan LYY, Woo JCY, et al.: A 3-year, prospective, randomized, controlled study on amino acid dialysate in patients on CAPD. *Am J Kidney Dis* **42**:173-183, 2003