

CAPD에서의 적합도

한양대학교 의과대학 내과학교실

강 종 명

Adequacy of CAPD

Chong Myung Kang, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine Hanyang University, Seoul, Korea

서 론

현재 CAPD를 시행하는 말기신부전환자에서 투석액을 1일 4회 교환하는 것이 보편화된 방법이다. 그러나 이는 각각의 환자들의 체구, 영양상태 및 잔여신기능등을 무시한 것으로서 환자에 따라서는 투석의 효과가 부족할 수도 있겠고 또는 지나쳐서 불필요한 낭비일 수도 있겠다.

“optimal dialysis(최적의 투석)”란 가장 만족스러운 투석의 경지로서 이에 도달하기 위해서는 많은 시간과 비용을 지불해야 한다. “adequate dialysis(적당한 투석)”란 최적의 상태는 아니지만 어떤 기준에 도달한 적절한 상태를 의미한다. 임상적으로 “적당한 투석”의 상태의 환자는 컨디션이 좋으며(feels well) 건강해 보이고 hematocrit이 25% 이상을 유지하며 정상 혈압을 유지하는 환자이다. 반대로 적당한 투석에 이르지 못한 환자는 뇨독증의 증상으로 불면증, 오심, 구토, 식욕부진 등으로 체중감소, 영양실조의 현상이 나타나게 된다. 단백질섭취의 부족으로 BUN치는 낮아지나 혈중 Cr치는 높다.

따라서 적은 비용과 시간을 투자하여 적당한 투석의 효과를 얻음으로써 환자가 건강한 생활을 영위해주도록 하는 것이 임상적들의 목표라 하겠다.

본 중설에서는 적당한 투석의 여러가지 기준과 임상적인 응용에 대해 고찰하고자 한다.

CAPD환자에서의 역동모델(Kinetic modeling in CAPD)

혈중 BUN치는 단백질섭취량과 비례하며 제거량에 반 비례한다. 단백질섭취량과 배설량이 동일하면 BUN치는 일정하며 질소대사는 평형을 이루게 된다. 뇨소역동모델(urea kinetic model)은 3요소로 구성되어 있다. 즉 뇨소 분포용적(urea distribution volume), 단백질섭취 및 질소 제거의 3요소가 그것이다.

1. Dialysis Index (DI)를 이용한 모델

1) CAPD 환자에서는 혈액투석환자와는 달리 투석액을 통해 매일 일정량의 단백질과 아미노산을 잃게 된다. 보통 1일 평균 1.39 ± 0.21 g/day의 단백질소와 0.51 ± 0.12 g/day의 아미노산 질소 및 체구의 크기에 따라 평균 31 mg/kg/day의 기타 종류의 질소가 소실된다. 따라서 성인은 1일 4g의 질소를 잃게 되는데 이중 1.9g은 단백질과 아미노산의 형태로서 소실된다. 질소 1g이 단백질 6.25g에 해당되므로 $1.9 \times 6.25 = 11.9$ g, 즉 1일 11.9g의 단백질이 소실되는 셈이다.

상태가 안정된 CAPD환자에서는 질소 소실량을 측정함으로써 단백질분해율(protein catabolic rate; 이하 PCR)을 간접적으로 측정할 수 있으며 또한 환자의 1일 단백질섭취량을 추정할 수 있다. CAPD환자에 있어서의 질소 소실량은 다음 공식에 의해 계산할 수 있다.

$$PCR = (UUN + DUN + 1.39 + 0.51 + 0.031 \times kg) \quad [1] \quad (6.25)$$

여기에서 UUN (urine urea nitrogen excretion)은

24시간 동안의 소변내 질소 배설량이고 DUN (dialysate urea nitrogen)은 투석액내로의 배설량으로서 dialysate urea concentration×daily drainage volume으로 계산된다. 1.39와 0.51은 각각 투석액내로의 단백 및 아미노산의 소실량을 의미한다. 0.031×kg은 체중 kg당 기타 형태로 소실되는 질소의 양을 의미하며 이 공식에서의 모든 단위는 g이다. 이 공식을 간단히 하면

$$PCR = (6.25)(UUN + DUN) + 11.86 + 0.194 \text{ kg}$$

으로서 신기능이 전혀 없는 환자에서는 UUN은 삭제된다. PCR을 표준 체중(ideal body weight; 이하 IBW)으로 나눈 것이 PCRN (normalized protein catabolic rate)이다.

2) 단백 섭취량

여러 문헌에 의하면 CAPD환자에 있어서 체중 kg당 1.2 g/kg/day 이하로 단백을 섭취하게 되면 단백부족상태(negative nitrogen balance)를 초래한다고 한다. 따라서 이 종설에서 표준 단백 섭취량은 1일 1.2 g/kg로 통일한다.

3) BUN치

안정된 CAPD환자에서의 BUN치는 일정하며 BUN치는 단백대사의 평형상태를 반영한다. CAPD환자에서의 이상적인 BUN치는 알 수 없으나 환자의 뇨독증상의 측면과 경제적인 면을 동시에 고려할 때에 통상 70 mg/dl을 목표로 하므로 이 종설에서도 이 수치를 기준치로 하도록 한다.

4) CAPD환자에서의 뇨소역동모델; 배출되는 투석액의 양(Daily Drainage Volume; 이하 DV) 또는 배설되는 질소량의 계산

안정된 CAPD환자에서의 하루에 배출되는 투석액의 양은 뇨소 질소청소율(urea nitrogen clearance)과 동일하다. 즉 하루에 9.5 L의 투석액이 배출되었다면 6.6 ml/min(9500 ml/day ÷ 1440 min/day)을 의미한다.

매일 생산되는 질소는 투석액을 통해 배출되어야 한다. 즉 PCR은 투석액의 양과 동일하며 여기에서는 단백 섭취 또는 질소 배설량의 단위를 g/kg/day로 통일하도록 한다. 체중이 70 kg인 환자를 예로 들어 계산하기로 하자. 이 환자에서 단백을 1일 체중 kg당 1.2 g 섭취하므로 70×1200 mg=84,000 mg, 이 중에서 질소의 함량이 16%이므로 1일 13,440 mg(또는 192 mg/kg)의 질소를 섭취하는 셈이다. 이 환자에서 질소 대사의 평형을

이루기 위해서는 13,440 mg의 질소가 매일 배설되어야 한다. 먼저 지정한 바와 같이 성인에서 1900 mg의 단백질과 아미노산의 질소가 투석액을 통해 소실되며 31 mg/kg의 질소가 기타의 형태로 소실된다. 따라서 나머지 부분이 뇨소(urea)의 형태로서 혈중농도와 같은 농도 즉 70 mg/dl 또는 0.7 mg/ml의 농도로 투석액으로 배설되면 된다. 이것을 공식으로 표시하면

$$DV_{\text{urea N}} = [192 \times \text{IBW} - (1900 + 31 \times \text{IBW})] / 0.7 \quad [2]$$

여기에서 DV_{urea N}=daily drainage volume for urea N, in ml/day,

IBW=ideal body weight, in kg,

192×IBW=daily nitrogen intake when dietary protein intake is 1.2 g/kg/day, 1900은 하루에 단백질과 아미노산의 형태로 배설되는 질소의 양을 milligram으로 표시한 것이고 31×IBW는 1일 체중 kg당 기타 형태로 소실되는 질소를 milligram으로 표시한 것이며 0.7=the urea nitrogen concentration, in mg/ml, in the equilibrated dialysate를 의미한다. 공식 [2]를 보면 두 부분으로 구성되어 있다. 즉 192×IBW는 질소 섭취량이고 1900+31×IBW는 비뇨소질소 소실부분(non-urea nitrogen losses)이다. 이 두부분의 차이가 투석액을 통해 혈중 BUN과 같은 농도로 배설되어야 하는 뇨소의 양인 것이다. 만일 환자의 원래 신기능이 남아 있다면 즉 잔여 신기능(residual renal function)이 있다면 공식 [2]에 이것을 추가한다.

즉

$$DV_{\text{urea N}} = [192 \times \text{IBW} - (1900 + 31 \times \text{IBW} + \text{Kr} \times 1008)] / 0.7 \quad [3]$$

여기에서 Kr은 residual renal nitrogen clearance in ml/min이고 1008(1440 min/day×0.7 mg/ml)은 청소율 Kr을 질량제거단위(mass removal term)인 mg/day로 환산하기 위한 것이다. 공식 [3]을 간단히 정리하면

$$DV_{\text{urea N}} = 0.23 \text{ IBW} - (2.7 + 1.44 \text{ Kr}) \quad [4]$$

이 공식에서 체중이 70 kg인 환자가 잔여 신기능이 0이면 1일 13.4 L의 투석액의 배출이 필요함을 알 수 있다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 잔여 신기능이 많을수록 필요로 하는 투석 배출액의 양은 적어지며 신기능이 9.3 ml/min이면 투석이 전혀 필요가 없다. 이 공식을 이용하여 환자 개개인에 따라 CAPD가 적합한지 혈액투석이 적합한지를 결정해 줄 수 있다. 즉 배출액의 요구량

이 10L이상 된다면 CAPD는 부적합한 것이다. 위의 공식에서 단백 섭취량을 체중 Kg당 1.2g으로 하고 목표로 하는 BUN치를 70 mg/dl로 하였으나 만일 이 두 부분의 수치가 달라진다면 공식 [4]의 수치도 바뀌게 된다.

5) Dialysis Index (DI)

dialysis index (DI)란 그 환자에서 필요로하는 투석 배출액(DV_{rx})에 대한 실제 배출액(DV_{act})의 비율 즉, $DI = DV_{act} / DV_{rx}$ 로 표현된다. DI가 1.0이상이면 over-

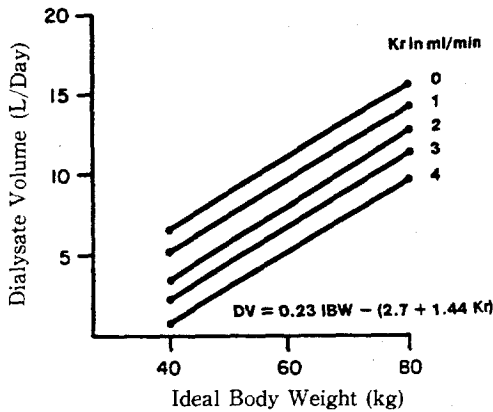


Fig. 1. Relationship between daily dialysate drainage volume and residual renal urea nitrogen clearance for adult CAPD patients with ideal body weights between 40 and 80 Kg.

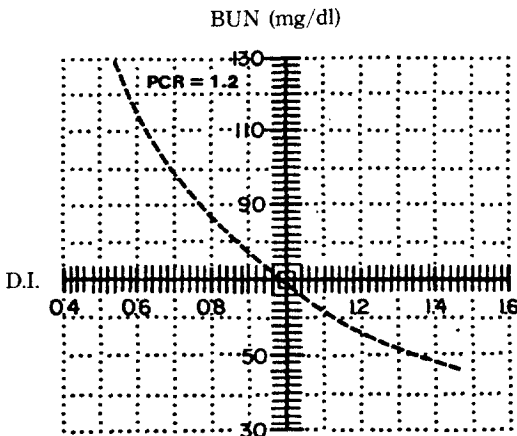


Fig. 2. The steady-state BUN in CAPD patients and the ratio actual to prescribed dialysate drainage volume (DI) can be related to their normalized protein catabolic rate.

dialysis이고 1.0미만이면 underdialysis를 의미한다. 잔여신기능이 2 ml/min이고 체중 60 kg인 환자에서 2-L 용액을 4회 교환할 때에 실제 배출액(DV_{act})이 9.5 L이고 BUN=59 mg/dl이면 공식 [4]에 대입하여 $[DV_{rx} = 0.23 IBW - (2.7 + 1.44 Kr)]$ 는 8.2 L가 된다. 즉 $DI = 9.5 / 8.2 = 1.16$ 즉 16%의 overdialysis가 되므로 이 환자에서는 2.5 L 용액을 3회 교환한다면 충분한 것이다. Fig. 2에서 BUN치와 DI치를 이용하여 투석의 적합도와 단백 섭취의 과다를 평가할 수 있다. 즉 이 그림에서 BUN치와 DI치가 만나는 부분이 PCR곡선의 오른쪽에 있으면 $PCR > 1.2$ 이고 왼쪽에 있으면 $PCR < 1.2$ 가 된다. 즉 각각 단백섭취가 과다하거나 부족한 상태를 의미한다. 이상적인 치료는 BUN, DI, PCR이 공동으로 교차되는 부분이다. 위에서 예로 든 환자는 DI가 1.16이고 BUN은 58 mg/dl이므로 이 그림에서 보면 PCR은 1.2가 되어 단백 섭취는 부족한 것이 아니고 BUN이 58 mg/dl로 낮은 이유는 clearance가 지나치게 높은 것이므로 투석을 감소시키면 BUN이 70 mg/dl로 환원된다. 만일 어떤 환자에서 DI는 1.0이고 BUN은 70 mg/dl 미만이면 단백 섭취가 체중 kg당 1.2g미만인 것을 의미하므로 식이요법을 재점검할 필요가 있는 것이다.

2. KT/V를 이용한 모델

혈액투석에서는 투석의 양을 KT (K; urea clearance, T; treatment time)로 표시하고 이것을 V_{urea} (urea volume of distribution)에 대한 분획 즉 KT/V로 표시하는 방법을 사용한다. 통상 혈액투석에서는 1주일에 $KT/V = 0.9 \sim 1.0$ 을 요한다. KT/V 가 0.8이하이면 투석이 부족한 것이고 0.6 이하이면 심한 뇨독증의 증상이 나타난다. 체중이 70 kg인 환자에서 $V_{urea} = 42,000 \text{ ml} (0.6 \times 70.0 \text{ ml})$ 이며 $0.9 \times 42,000 \text{ ml}$ 즉 37,800 ml의 뇨소를 1주일동안에 제거해야 한다. $KT = DK \times TD$ (KD; dialyzer clearance, TD; treatment time)이므로 5시간씩 1주일에 3회 투석을 하는 환자이면 126 ml/min의 dialyzer clearance를 요한다. CAPD환자에서는 이 공식을 다음과 같이 바꿀 수 있다.

$$KT/V = 0.327$$

$KT = K_p + 1.44 Kr$ (K_p ; peritoneal urea N clearance in L/day, 1.44는 Kr, im ml/min을 L/day로 전환하기 위함). 이 두 공식을 합치면

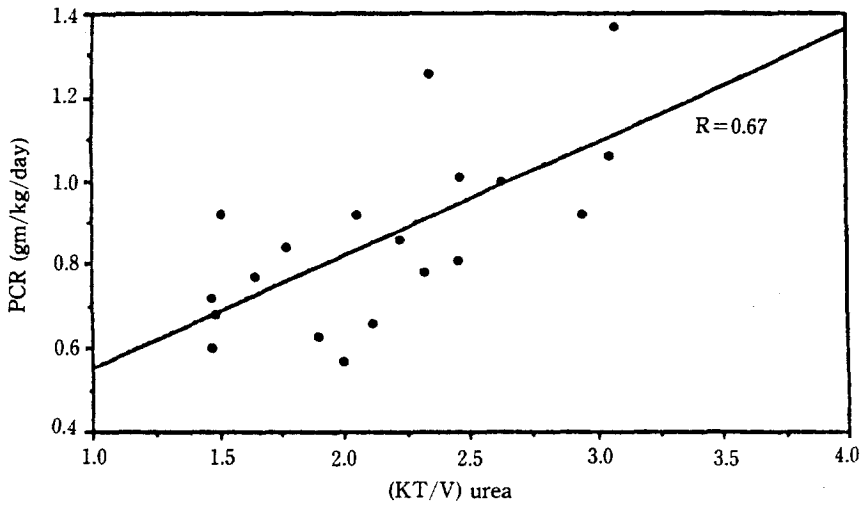


Fig. 3. Relationship between PCR and $(KT/V)_{urea}$ indices, the coefficient of correlation being 0.67.

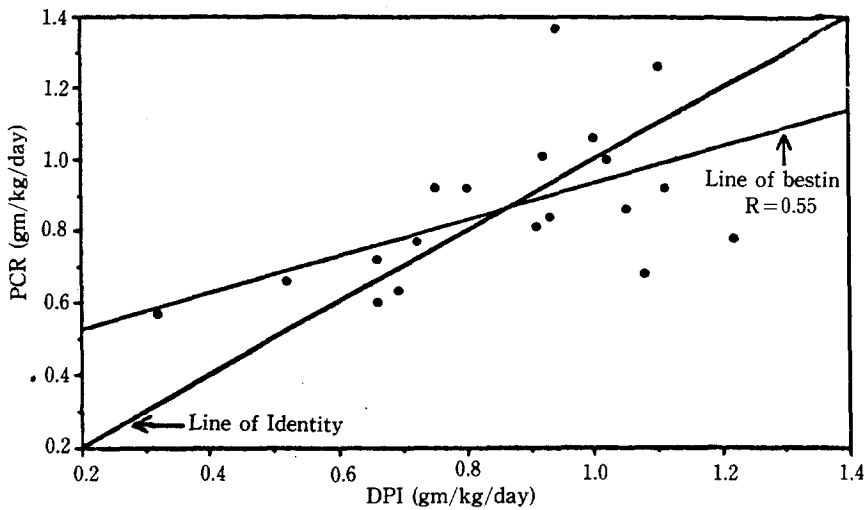


Fig. 4. The correlation between the calculated PCR and the dietary protein intake from the diet history. The line of best fit as well as the line of identity are shown.

$$KT_{urea} = 0.327 V - 1.44 Kr \quad [5]$$

여기에서 V의 단위는 L이고 Kr의 단위는 ml/min이다. KT는 DV와 일치하지만 남녀에 따라 10%의 차이가 있는데 이것은 요소분포용적(V)이 성별에 따라 10%의 차이가 있기 때문이다. Kr이 증가할수록 KT는 감소하게 되어 잔여 신기능이 9.5 ml/min 이상이면 투석은 필요 없게 된다.

KT/V수치는 환자의 단백 섭취량을 추정하는데에도

이용할 수 있다. 즉 Fig. 3에 있는 바와 같이 KT/V와 PCR은 비례하며 Fig. 4에 있는 바와 같이 DPI (dietary protein intake)와 PCR은 비례하므로 KT/V와 DPI는 비례하게 된다. 즉 KT/V가 낮은 환자에서는 DPI 즉 단백 섭취가 낮다는 것을 알 수 있고 이 환자에서는 KT/V 즉 투석의 양을 증가시켜야 단백 섭취를 증가시켜 영양상태를 호전시킬 수 있다.

3. CAPD Therapy Map을 이용한 방법

KT/V, BUN, NPCR을 이용하여 작성한 CAPD therapy map이 Fig. 5에 제시되어 있다. BUN, NPCR, KT/V를 측정하여 만나는 점이 점선내의 영역에 들어가면 적절한 투석을 시행중이고 단백 섭취도 적절한 것으로 평가할 수 있다. BUN 수치 하나만으로는 adequacy를 평가할 수 없다. 즉 Fig. 6에 있는 것처럼 BUN이 65 mg/dl일 때에 NPCR 또는 KT/V가 A점에 있으면 부적절한 투석 상태를 의미하며 C점은 과도한 상

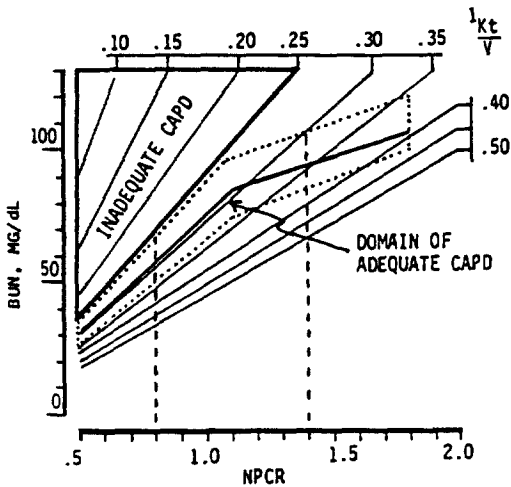


Fig. 5. A CAPD therapy map.

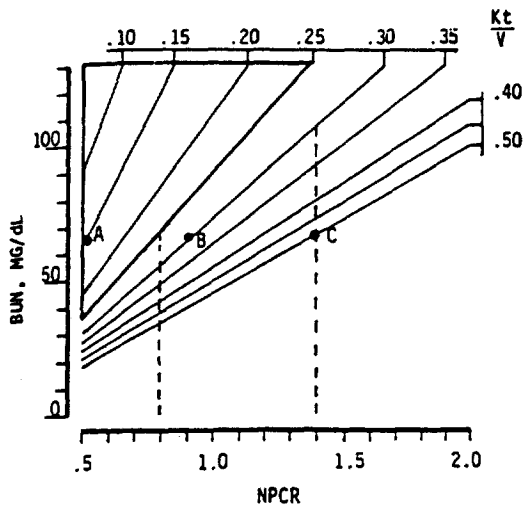


Fig. 6. The spectra of NPCR and KT/V levels defined by BUN of 65 mg/dl in CAPD.

태이고 B점이 적절한 상태이다. 따라서 BUN이 외에 NPCR 또는 KT/V가 필요함을 보여주고 있는 것이다.

적절한 CAPD처리를 위한 PET (Peritoneal Equilibration Test)의 이용

1. Peritoneal Equilibration Test (PET)

PET는 Twardowski에 의해 고안된 복막 기능검사 방법으로서 복막의 물질 이동율(peritoneal transport rate)을 측정하여 개개인의 환자에 알맞는 복막투석을 선택하는데에 도움을 주는 방법이다. 원래의 PET법은 까다롭고 시간이 많이 걸리므로 이용이 안되어 현재 이 보다 간편한 방법이 제시되어 있다. 즉 4시간의 투석후에 투석액내의 glucose와 creatinine을 1회 측정하고 혈액 내 농도를 동시에 측정하는 방법으로서 이를 Fast PET라 부른다. Fast PET 결과에 따른 투과율의 분류를 Table 1에 제시하였다.

CAPD시 적절한 한외여과의 기준은 1g의 포도당 흡수시 5.5 ml의 한외여과가 일어나거나 1일 포도당 270~280 g 투여시(2회의 2.5% 용액+2회의 4.25%용액 사용)1,500 ml의 한외여과가 일어나는 것이다. 복막의 투과성에 따라서 환자에서의 한외여과에 차이가 있게 마련이다. Fig. 7에는 Fast PET의 결과에 따라서 물질 이동율(transport rate) 또는 투과율이 높은 환자와 낮은 환자에서의 한외여과의 차이를 도시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 복막의 투과율이 낮은 환자에서는 최고치의 한외여과는 투석후 시간이 많이 경과하면서 일어나며 D/P율이 계속 상승하므로 시간이 경과해도 한외여과나 분자량이 작은 물질의 배설은 지속된다. 이런 환자에서는 투석 시간이 매우 중요하므로 지속적인 투석 방

Table 1. Fast PET Results After 4 Hour Dwell

Transport classification	Dialysate/plasma creatinine	Dialysate glucose mg/dl	Drain volume ml
Low	0.34-0.49	945-1214	2651-3326
Low average	0.50-0.64	724- 944	2369-2650
Mean	0.65	723	2368
High	0.66-0.81	502- 722	2085-2367
High	0.82-1.03	230- 501	1580-2084

Table 2. Dialysis Prescriptions Based on PET Results

Response to standard dose CAPD			
Solute Transport	Ultrafiltration	Clearances	Preferred prescriptions
High	Poor	Adequate	NIPD, NTPD, DAPD
High Average	Adequate	Adequate	Standard dose PD (any regimen)
Low Average	High	Adequate Inadequate	Standard dose PD High dose PD*
Low	Excellent	Inadequate	High dose PD* Hemodialysis

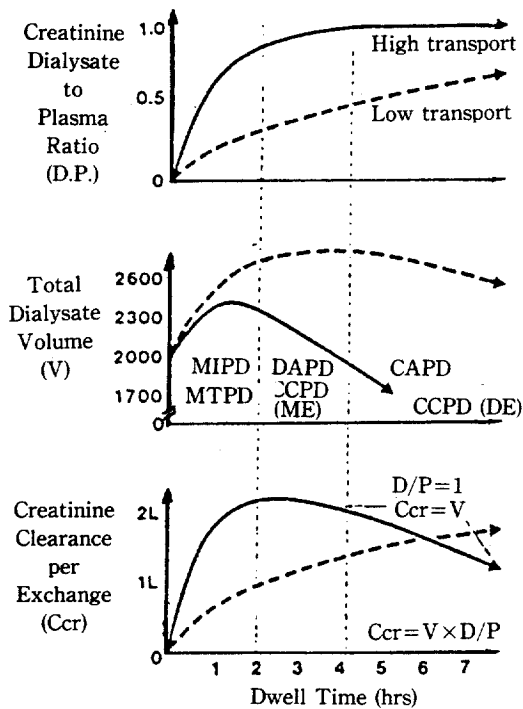


Fig. 7. Ultrafiltration and creatinine clearance patterns in relation to solute transport rates.

법, 즉 CAPD나 CCPD가 적합하다. 반대로 복막의 투과성이 높은 환자에서는 포도당이 쉽게 흡수되어 최고치의 한외여과가 단시간내에 일어나고 그후에는 투석액이 혈관내로 흡수되므로 4시간 이상이 경과되면 한외여과는 오히려 줄어들고 만다. 또한 분자량이 작은 물질의 배설도 장시간이 경과하면 기대할 수 없다. 따라서 이런 환자에서는 CAPD 대신에 투석 시간이 짧은 IPD를 택

하는 것이 좋다. Table 2에 PET결과에 따라 적합한 투석의 방법을 제시하였으니 참고하기 바란다.

2. Efficacy Number (EN)

전항에서 PET에 대해 논하였으나 D/P치(dialysate/plasma ratio)는 임상 소견과 일치하지 않는 일이 많다. 이 단점을 보완하기 위해 Brandes등은 efficacy number (EN)라는 방법을 제시하였다. 이 방법은 D/P치 이외에 환자의 성별, 나이, 체구의 크기, 투석액의 양등을 참작하여 creatinine생산량을 함께 계산에 포함시키는 것이다.

먼저 2.5% 용액을 이용하여 표준 PET 검사를 시행하되 4시간(4 hour dwell)에서의 D/P치와 24시간동안 투여되는 투석액의 양(V_{24})과 adjusted creatinine production (ACP_{PD})을 이용하여 EN을 계산한다.

$$EN = [Cr(D/P) \times V_{24}] \div ACP_{PD} \quad [6]$$

여기에서 EN의 단위는 L/g creatinine이 되고 V_{24} 의 단위는 L이며 ACP_{PD} 의 단위는 g/24 hr가 된다.

ACP_{PD} 는 다음 공식에 의해 산출할 수 있다.

$$ACP_{PD} (g/24 hr) = [(D_{Cr} \times V \times 6) + (0.4 \times S_{Cr} \times LBW)] \div 1000 \quad [7]$$

여기에서 D_{Cr} 은 4시간에서의 투석액의 creatinine 농도(mg/dl)이고 V는 배출된 투석액의 양(dl)이며 신장 이외의 경로로 분해되는 Cr의 양은 $0.4 \text{ dl/kg/day} \times \text{혈청 Cr치}(S_{Cr}; \text{mg/dl}) \times \text{lean body weight (LBW;kg)}$ 로 표시하였다. 만일 잔여신기능이 있으면 ACP_{PD} 에 urine creatinine (g/24 hr)의 양을 가산해준 수치가 total adjusted creatinine production이 되는데 이 total creatinine production의 양은 Cockcroft와

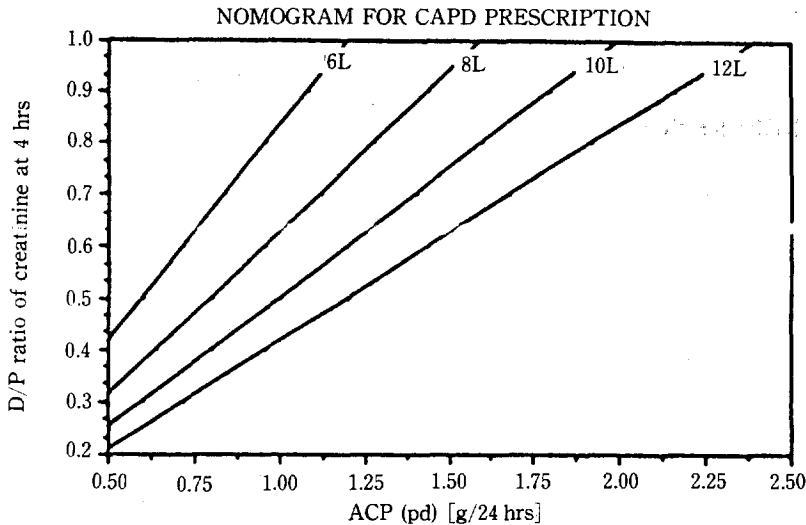


Fig. 8. This nomogram is based on a minimal efficacy number of 5 L/g creatinine for adequate dialysis. By knowing the Cr (D/P) ratio from the standardized PET-exchange and the ACP_{PD} , the minimal number of liters (V_{2a}) required for adequate dialysis can be determined. To check the adequacy of the current CAPD prescription, the point determined by $^{cr}(D/P)$ and ACP_{PD} should fall above the prescribed V_{2a} line.

Gault등이 제시한 다음 공식에 의해 계산할 수 있다. 즉
 $mg/kg/day$ creatinine production = $28 - (0.2 \times$
 age), males = $23.8 - (0.17 \times$ age), females

total adjusted creatinine production에서 잔여신기능을 감한 값이 ACP_{PD} 가 되므로 잔여신기능이 많을수록 ACP_{PD} 는 줄어들게 되어 EN은 증가하게 되어 유리하다.

이와 같은 방법으로 계산된 EN이 3.85미만이면 환자의 예후가 불량하며 6.07 이상이면 예후가 양호하다고 하나 EN이 5.0 이상이면 충분한 것으로 판단된다. Fig. 8의 nomogram은 EN치를 5로 기준하여 작성된 것으로 이것을 이용하면 ACP와 D/P치를 대입하여 해당 환자에서의 최소한 필요로하는 투석액의 양을 계산할 수 있다. 즉 ACP가 낮거나 D/P치가 클수록 필요로하는 투석액의 양은 적다.

노소 역동모델과 임상적 성과 (Clinical Outcome)

Teehan등은 노소 역동모델의 수치와 실제 임상적인 상태 내지는 성과를 비교한 결과 환자가 받는 투석의 양

과 영양상태는 비례함을 확인하였다.

즉 노소 역동모델을 이용하여 환자의 영양상태를 개선할 수 있다고 하였다. 이들에 의하면 혈청 albumin치가 CAPD 환자의 생존율과 밀접한 관계를 가지는 바 albumin이 낮으면 생존율이 낮음을 확인하였다. 또한 albumin치가 낮으면 연간 입원일수도 많다고 하였다. 그런데 혈청 albumin치는 KT/V치에 비례하므로 결국 생존율이나 입원일수는 KT/V에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 또한 KT/V가 높을수록 수혈의 요구량이 적음도 확인함으로써 KT/V가 PCRN은 물론이고 혈청 albumin과 밀접한 관계를 가져서 CAPD 환자의 영양상태 및 생존율등을 평가하고 예측할 수 있는 중요한 지침이 된다고 하였다.

이상 CAPD 환자에서의 각종 clearance test와 PET 방법에 대해서 고찰하였는바 PET법은 복막 기능을 정확히 측정할 수는 없지만 개개의 환자에서 적합한 투석의 방법을 선택하는데에 유용한 방법이고 clearance test는 환자의 복막 기능을 정확히 판정할 수 있는 반면에 환자 개개인의 처방에는 미흡한 점이 있으므로 상호 보완적인 검사라 할 수 있다. 따라서 이 두가지 검사를 모두 시행하여 CAPD 환자의 치료에 응용한다면 환자

의 영양상태 및 사회복지 상태를 크게 개선할 수 있으리라 생각된다.

REFERENCES

- 1) Brandes JC, Piering WF, Bere JA: *A method to assess efficacy of CAPD: preliminary Results. Adv Perit Dial 6:190, 1990*
- 2) Gotch FA: *Application of urea kinetic modeling to adequacy of CAPD therapy. Adv Perit Dial 6:178, 1990*
- 3) Gotch FA: *Kinetic modeling in hemodialysis. In nissenson AR, Fine RN, Gentile DE, eds. 2nd ed. Clinical dialysis. Appleton & Lange, East Norwalk, 1990*
- 4) Keshaviah PR, Nolph KD, Prowant B, Moore H, Ponferrada L, Van Stone J, Twardowski Zj, Khanna R: *Defining adequacy of CAPD with urea kinetics. Adv Perit Dial 6:173, 1990*
- 5) Lindsay RM, Spanner E: *A Hypothesis. The protein catabolic rate is dependent upon the type and amount of treatment in dialyzed uremic patients. Am J Kidney Dis 8:382, 1989*
- 6) Teehan BP, Schleifer CR, Brown JM, Sigler MH, Raimondo J: *Urea kinetic analysis and clinical outcome on CAPD. A five year longitudinal study. Adv Perit Dial 69:181, 1990*
- 7) Teehan BP, Brown JM, Schleifer CR: *Kinetic modeling in peritoneal dialysis. In nissenson AR, Fine RN, Gentile DE, eds. 2nd ed. Clinical Dialysis. Appleton & Lange, East Norwalk, 1990*
- 8) Twardowski ZJ: *PET-A simpler approach for determining prescriptions for adequate dialysis therapy. Adv Perit Dial 6:186, 1990*