대한신장학회지 : 제 21권 제 1호 2002년

장기 지속성 외래 복막투석 환자에서 복막기능 변화에 영향을 미치는 인자

연세대학교 의과대학 내과학교실, 신장질환연구소

한승혁 · 이상철 · 구영석 · 강이화 · 박형천 · 노현정 · 윤수영
최소래 · 윤도식 · 강신욱 · 최규헌 · 한대석 · 이호영

<요 약>

목 적 : 장기 지속성 외래 복막투석 환자의 복막기능에 대한 국내연구가 부족한 실정이다. 저자는 장기간 지속성 복막투석 환자에서 복막기능 변화 및 영향인자를 분석하고자 하였다.

방 법 : 복막 평형 검사를 시행한 5년 이상의 복막투석 환자 124명에서 복막 평형 검사와 임상적 특성을 근거로 복막기능 특성 차이를 단면연구를 통해 분석하였다. 또한 시작시 검사를 시행한 31명에서 5년 후 재검사와 비교하여, 복막기능의 변화와 영향인자에 대해 분석하였다.

결 과 : High transport군에서 D/P Cr이 가장 높았고, 한외여과량은 가장 낮았으며, 1일당 2.5% 이상 고농도 포도당 투석액의 사용횟수가 가장 많았고, 혈청 알부민 수치가 가장 낮았다. 한외여과 부전은 17명으로 나머지 107명과 비교시 D/P Cr이 높았고(0.83±0.14, $p<0.001$), 1일당 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액의 사용횟수가 더 많았으며(1.64±0.60/일, $p<0.001$), 평균 복막투석 기간이 길었다(100.3±25.3개월, $p=0.033$). 124명의 평균 D/P Cr과 상관관계를 보이는 인자는 복막염 발생 빈도($p=0.006$), 1일당 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액의 사용횟수였으며($p<0.001$) 혈청 알부민과는 역상관관계를 보였다($p<0.001$). 지속성 외래 복막투석 시행 후 1년 이내 복막 평형 검사를 시행한 31명의 환자를 5년 후 재검사를 시행하였을 때 D/P Cr은 5년 후에 증가하였고, 한외여과량은 감소하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 총 복막염의 발생 횟수가 0회 또는 1회였던 군(n=17)과 2회 이상이었던 군(n=14)간의 5년간 D/P Cr의 변화량을 비교시 2회 이상이었던 군에서 변화량이 증가하였고(0.13±0.18, $p=0.014$), 이는 총 복막염의 발생횟수와 유의한 상관관계를 나타내었다($p=0.001$). 또한 D/P Cr의 변화는 1일당 평균 고농도 포도당 투석액 사용횟수와도 유의한 상관관계를 나타내었다($p=0.003$).

결 론 : 복막기능 변화의 영향인자는 투석기간, 복막염 발생빈도, 고농도 포도당 투석액 사용 등이었다. 따라서 복막기능 보존을 위해 복막염 발생을 예방하고, 고농도 포도당 투석액 사용을 줄이는 것이 필요하다.

서 론

말기 신부전 환자에서 지속성 외래 복막투석은 1970년대 중반 도입된 후 현재까지 신기능 대체요법으로 중요한 위치를 차지하고 있다. 이러한 지속성 외래 복막투석은 미국의 경우 모든 말기 신부전 환자의 11%, 모든 투석 환자의 15.8%에서 신기능 대체요법으로 사용되고 있으며[1] 우리나라에서도 말기 신부전 환자에게 일차적인 신기능 대체요법으로서 그 중요성이 커지고 있다. 지속성 외래 복막투석을 장기간 유지할 경우 여러 가지 문제점들이 나타나게 되며 이에 관여하는 요인으로 동반된 질환, 복막염의 발생 빈도, 영양상태, 투석의 적절도, 기술적 실패 등을 들 수 있다. 이러한 장기 지속성 외래 복막투석에 관한 연구는

책임저자 : 이호영 서울시 서대문구 신촌동 134
연세대학교 의과대학 내과학교실
Tel : 02)361-5423, Fax : 02)364-7655
E-mail : hyl@yumc.yonsei.ac.kr

여러 기관에서 시행되어져 왔으며 이러한 환자에 대한 전반적인 고찰을 통해 복막투석을 장기간 유지하고 복막투석 환자의 생존률을 높이려는 노력이 있어 왔다[2-9]. 지속성 외래 복막투석을 장기간 유지하기 위해서는 복막 손상을 적게 하여 복막기능을 보존하는 것이 필요하며 이를 위해 복막기능의 변화에 관한 연구가 여러 연구자에 의해 보고된 바 있다[10-18]. 이러한 복막기능 변화에 관한 연구들 중 Lo 등은 지속성 외래 복막투석 시작 후 평균 21.9개월의 추적 관찰 연구 결과, 복막투석 시작 당시와 비교할 때 용질 이동의 큰 차이가 없음을 보고하였고[12], Wong 등도 평균 2년의 추적 관찰 연구에서 같은 결과를 보고하였다[13]. 그러나 이와는 상반된 견해로 Davies 등은 복막투석 시작 후 3년까지 용질 이동은 처음에 비해 큰 변화는 없었으나 그 이후부터 한외여과능의 감소와 함께 용질 이동이 증가하여 복막기능의 변화가 초래된다고 보고하여[9] 지속성 외래 복막투석 후 복막기능의 변화를 알기 위해서는 좀더 장기간의 추적 기간이 필요하다고 하겠다.

지금까지의 여러 연구에서 복막기능의 변화에 미치는 영향 인자로 알려진 것은 복막염의 발생 빈도, 복막투석의 기간, 고농도 포도당 투석액 사용, 생체 비적합 투석액의 사용 등이다. 그러나 국내에서는 아직까지 이러한 장기 지속성 외래 복막투석 환자의 복막기능 변화와 복막기능에 영향을 미치는 인자에 대한 연구가 체계적으로 이루어지지 못하였고, 부족한 실정이다. 따라서 저자는 5년 이상 장기간 지속성 복막투석을 유지하고 있는 환자를 대상으로 단면연구를 통해 복막기능에 영향을 미치는 인자를 분석하고 복막투석 시작 당시 복막 평형 검사를 시행했던 환자들에게서 5년 뒤 다시 시행하였을 때 어떠한 변화가 있었고 이에 미치는 요소가 무엇인지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

연세대학교 세브란스병원에서 복막 평형 검사는 총 839회가 시행되었으며 그 결과를 근거로 하여 기간별 복막 특성의 분포를 알아보았다. 또한 말기 신부전으로 지속성 외래 복막투석을 시행 받은 환자 중 5년 이상 복막투석을 유지하고 있으며 복막 평형 검사를 시행했던 환자 124명을 대상으로 의무기록을 후향적으로 고찰하여 단면 연구를 시행하였으며 이중 지속성 외래 복막투석을 시행 후 1년 이내 복막 평형 검사를 시행한 환자 31명을 대상으로 5년 뒤 복막 평형 검사를 시행하여 그 동안의 복막기능의 변화와 이에 영향을 미치는 인자들을 분석하였다.

1) 대상군의 일반적 특성

성별, 나이, 체중, 신장, 지속성 외래 복막투석 시작 시기, 나이 및 복막투석 기간, 당뇨병 동반 유무, 말기 신부전의 원인 등을 조사하였고 이러한 환자들을 후향적으로 추적기간 동안의 사망유무 및 사망원인, 고농도 포도당 투석액의 사용횟수, 기술적 실패 및 원인, 복막염 발생 횟수, 원인균주 및 중증도 등을 조사하였다.

2) 검사 수치

복막 평형 검사를 시행할 당시에 환자들이 시행한 혈액학 및 혈청학 검사로 헤모글로빈 및 헤마토크릿, 혈청 전해질 검사와 일반 화학 검사, 투석의 적절도를 나타내는 Kt/V 등을 조사하였다.

3) 복막 평형 검사

복막기능을 나타내는 지표로 Twardowski 등이 제시한 복막 평형 검사(peritoneal equilibrium test, PET)를 사용하였다[19]. 방법을 간단하게 요약하면 검사 하루 전에 평상시대로 투석액을 8시간에서 12시간 정도 채워놓고 아침에 검사실에서 20분간 액을 배액하였다. 이후 2.5% 투석액 2 liter를 2분간 400 mL 정도의 주입속도로 10분 동안 2 liter액을 주입하고 4시간 동안 복막액을 복강 안에 채워 놓은 후 배액 후 양을 측정하였다. 2.5% 2 liter 투석액을 주입하기 바로 전을 0시간이라 하고, 0시간, 주입 후 2시간, 4시간 때 시행한 배액의 크레아티닌, 당농도와 2시간 때 시행한 혈청의 크레아티닌, 혈당을 이용하여 배액과 혈청의 크레아티닌 비(D/P Cr, dialysate/plasma creatinine)를 구하였고, 당농도비(D/Do glu, glucose concentration at 4 hours in dialysate/glucose concentration at 0 hour in dialysate)를 구하였다. D/P Cr의 값이 0.81에서 1.03 사이를 high(H), 0.65에서 0.81사이를 high average(HA), 0.50에서 0.65 사이를 low average(LA), 0.34에서 0.50 사이를 low(L)라 분류하였다.

2. 방 법

1) 복막 평형 검사 결과에 근거한 기간별 복막기능 특성의 분포

복막 평형 검사를 시행한 환자들의 복막 기능이 기간이 경과함에 따라 어떠한 분포를 이루는지 알아보기 위해 지속성 외래 복막투석을 시행한 후부터 2년, 2년에서 4년, 4년에서 6년, 6년에서 8년, 8년에서 10년, 10년 이상으로 기간을 나눈 후 각 기간 동안에 시행된 복막 평형 검사의 결과를 조사하여 네가지 복막기능의 특성 분포가 어떠한지 조사하였다.

2) 장기 지속성 외래 복막투석 환자의 복막 기능 특성에 따른 임상적 차이

5년 이상 지속성 외래 복막투석을 시행하고 있는 환자들 중 시행 후 5년 경과 후 복막 평형 검사를 시행한 환자는 모두 124명이었으며, 그 결과에 따라 high, high average, low averge, low로 나누어 각 그룹간에 임상적 특성, 검사 수치 등에 어떠한 차이가 있는지 단면 연구를 통하여 알아보았다. 또한 한외여과 부전이 있었던 환자군에서 그렇지 않은 군과의 차이가 어떠한 차이가 있는지 알아보았고 복막기능 변화에 미치는 영향이 어떠한 것인지 조사하였다.

3) 장기 지속성 외래 복막투석 환자에서 복막기능의 변화

지속성 외래 복막투석을 시행한 환자들 중 시행 후 1년 이내 복막 평형 검사를 시행한 환자 31명을 대상으로 5년 뒤 추적 검사 시행하였을 때 복막기능이 어떠한 변화를 보이는지에 대해 알아보았고, 복막기능의 변화에 미치는 영향이 어떠한 것인지 조사하였다.

3. 통계 및 분석

모든 자료의 통계처리는 개인용 컴퓨터 통계 프로그램 SPSS package를 이용하였다. 각 그룹간의 비교는 student t-test, analysis of variance(ANOVA) test, Chi-test 등을 사용하였으며 복막기능에 미치는 영향인자 분석에는 단순 상관분석(pearson correlation), 편상관분석(partial correlation)과 선형회귀분석(linear regression) 등을 사용하였다. 지속성 외래 복막투석 시작 당시와 5년 후 다시 시행한 복막 평형 검사를 근거로 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위해 paired t-test를 사용하였고 대상수가 적어 비모수적 방법을 사용할 때는 Mann-Whitney test, Kruskal-Wallis test 등을 사용하였다. 모든 통계 결과는 p-value가 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 처리하였다.

결 과

1. 복막 평형 검사 결과에 근거한 기간별 복막 특성의 분포

연세대학교 세브란스병원에서 복막 평형 검사는 모두 839회가 시행되었다. 지속성 외래 복막투석을 시작 후 시행한 복막 평형 검사는 모두 포함시켰으며 기간에 따른 각각의 복막 특성의 분포는 Table 1과 Fig. 1과 같다.

2. 장기 지속성 외래 복막투석 환자의 복막 특성에 따른 임상적 차이

5년 이상 장기 지속성 외래 복막투석을 하고 있는 환자 중에서 복막 평형 검사를 시행한 환자수는 모두 124명이었으며 이중 남녀 비는 1 : 1, 평균 나이는 49.8±11.3세였으며 평균 투석기간은 85.9±29.7개월이었다. 이들은 평균 3.44±3.23회 복막염을 경험하였으며 12개월당 0.42±0.41회의 복막염의 발생 빈도를

Table 1. The Distribution of PET Results According to the Duration after CAPD

	0-2 years	2-4 years	4-6 years	6-8 years	8-10 years	More than 10 years	Total
H*	57(11.0)	18(13.6)	20(30.0)	8(17.0)	6(20)	5(17.2)	114(13.6)
HA†	223(43.4)	40(30.3)	23(26.4)	12(25.5)	9(30)	15(51.7)	322(38.4)
LA‡	190(36.9)	63(47.7)	33(37.9)	24(51.1)	12(40)	8(27.6)	330(39.3)
L§	44(8.7)	11(8.4)	11(12.7)	3(6.4)	3(10)	1(3.5)	73(8.7)
Total	514	132	87	47	30	29	839

*high transporter, †high average transporter, ‡low average transporter, §low transporter
The number in parenthesis means percentage.

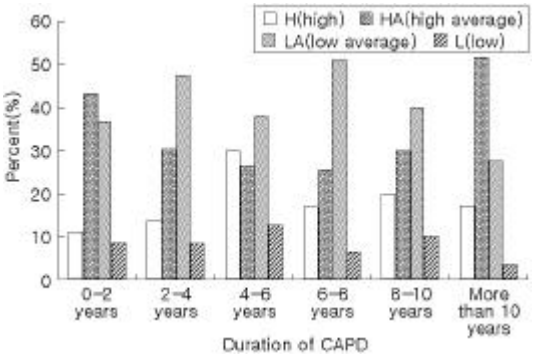

Fig. 1. *Distribution of PET according to duration after CAPD(total 839).*

나타내었으며 매일 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액을 1.10±0.56회 사용하였다(Table 2).

한외여과 부전은 환자가 과도한 염분이나 수분 섭취의 증거가 없고, 투석양이 적절하며, 액이 다른 피하조직이나 탈장을 통하여 누출되는 증거가 없는데도 부종이 나타나고 4.25% 투석액을 사용하여도 배액양이 400 mL 이하로 나타날 때로 정의하였다. 한외여과 부전은 모두 17명이 있었으며 이 중 11명은 기술적 실패로 혈액투석으로 바꾸어 신기능 대체요법을 시행 받고 있으며, 나머지 6명 중 2명은 사망하였고, 2명은 자동 복막투석으로 바꾸어 복막투석을 유지하고 있으며, 2명은 포도당 중합체 투석액과 고농도 포도당 투석액을 사용하면서 복막투석을 유지하고 있었다. 기술적 실패는 모두 30명에서 나타났으며 이중 복막염으로 인한 것이 15명(50%), 한외여과 부전으로 인한 것이 11명(36.7%)였다.

복막 평형 검사에 따라 복막 특성을 네가지로 분류하였을 때 high transport군 28명, high average transport군 43명, low average transport군 41명, low transport군 12명이었으며 이 중 high transport 군에서 한외여과 부전이 13명으로 다른 군에 비해 많았으며 high transport군에서 고농도 포도당 투석액의 사용횟수가 통계적으로 의의 있게 많았고, 혈청 알부민 수치가 의의 있게 낮았다. 그러나 각군간에 복막염의 발생 횟수의 차이나, 투석기간 등에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

한외여과 부전 17명(13.8%) 중 제 1형 한외여과 부전(적은 한외여과량과 복막 평형 검사에서 high transport군)가 13명, 제 2형 한외여과 부전(적은 한외여과량과 복막 평형 검사에서 low transport군)가 1명, 제 3형 한외여과 부전(적은 한외여과량과 복막 평형 검사상 high average 또는 low average transport군)가 2명이 있었다(Table 3). 이들 한외여과 부전군 17명을 나머지 107명과 비교하였을 때(Table 4), 한외여과 부전군에서 고농도 포도당 투석액의 사용횟수가 1.6±0.6회/일로 통계적으로 의의 있게 많았고($p<0.001$), 평균 투석기간도 100.3±25.3개월로 통계적으로 의의 있게 길었다($p=0.03$). 또한 한외여과 부전군에서 복막 평형 검사 결과 D/P Cr이 0.83±0.14로 통계적으로 의의 있게 높았으며($p<0.001$), D/Do glu는 0.29±0.08로 통계적으로 의의 있게 낮았다($p<0.001$).

Table 2. Characteristics of the Patients (n=124)

Sex (male/female)	62/62
Age (years)	49.8±11.3
Age at the initation of dialysis (years)	42.3±11.9
Dialysis duration (months)	86.5±28.8
Ultrafiltration failure	17
Technical failure	30
DM	12
D/P Cr*	0.69±0.13
D/Do glu*	0.38±0.09
Ultrafiltration (L)*	0.40±0.21
Systolic blood pressure (mmHg)	137.1±23.9
Diastolic blood pressure (mmHg)	81.3±12.9
Serum albumin (g/dL)	3.6±0.5
Serum creatinine (mg/dL)	13.1±8.7
nPCR (g/kg/day)	0.95±0.20
Kt/V	2.01±0.28
The number of peritonitis (per year)†	3.44±3.23 (0.42±0.41)
The number of hypertonic glucose exchange (per day)‡	1.10±0.56

*All data are described as mean±SD, *Based on the results of the last PET 5 years after CAPD, †The total number of peritonitis during CAPD (The number of peritonitis per year in parenthesis), ‡Hypertonic glucose exchange means more than 2.5% glucose dialysate*

복막기능은 복막 평형 검사에서 D/P Cr으로 나타내어지며 이 D/P Cr에 미치는 영향인자가 어떠한 것인지 알아보기 위해 단순 상관분석을 시행하였다. 단순 상관분석 결과 복막염 발생 횟수와 고농도 포도당 투석액의 사용횟수가 유의한 상관관계를 나타내었으

Table 3. Clinical Characteristics Among 4 Types of Membrane

	H (n=28)	HA (n=43)	LA (n=41)	L (n=12)	p-value
Age (years)	50.8±9.8	53.2±10.7	47.5±11.3	42.8±12.3	NS
Sex (male/female)	15/13	23/20	16/25	8/4	NS
Dialysis duration (months)	82.2±24.6	90.8±30.9	87.7±30.6	76.8±22.3	NS
Serum albumin (g/dL)*	3.2±0.5	3.6±0.5	3.7±0.4	3.9±0.5	<0.001
Serum creatinine (mg/dL)	11.9±6.9	13.9±13.4	12.5±3.0	14.6±3.0	NS
nPCR (g/kg/day)	0.92±0.20	0.91±0.21	0.99±0.21	1.01±0.167	NS
Kt/V	2.05±0.29	1.99±0.26	2.03±0.32	1.88±0.15	NS
D/P Cr†	0.87±0.05	0.72±0.06	0.59±0.04	0.47±0.02	<0.001
D/Do glu†	0.26±0.05	0.37±0.06	0.44±0.05	0.50±0.04	<0.001
Ultrafiltration (L)‡	0.26±0.17	0.40±0.25	0.47±0.17	0.50±0.22	<0.001
Ultrafiltration failure (%)§	13 (76.2%)	2 (11.8%)	1 (5.9%)	1 (5.9%)	<0.001
The number of peritonitis	4.36±4.07	3.51±3.31	3.27±2.99	1.92±1.62	NS
The number of hypertonic glucose exchange (per day)‖	1.49±0.60	1.03±0.48	0.98±0.55	0.91±0.48	0.001

**p =0.006, H vs. HA, p <0.001, H vs. LA, H vs. L, †p <0.001, H vs. HA, H vs. LA, H vs. L, HA vs. LA, HA vs. L, LA vs. L, ‡p =0.032, H vs. HA, p <0.001, H vs. LA, p =0.004, H vs. L, §p <0.001, H vs. HA, H vs. LA, H vs. L, ‖p =0.005, H vs. HA, p =0.002, H vs. LA, p =0.014, H vs. L*

Table 4. Comparison between Ultrafiltration Failure Group and Non-ultrafiltration Failure Group

	UF failure group (n=17)	Non-UF failure (n=107)	p-value
D/P Cr	0.83±0.14	0.67±0.12	<0.001
D/Do glu	0.29±0.08	0.40±0.08	<0.001
The number of peritonitis	4.06±4.90	3.36±3.01	NS
The number of hypertonic glucose exchange (per day)	1.64±0.60	1.01±0.59	<0.001
Dialysis duration (months)	100.3±25.3	84.3±28.8	0.032
Serum albumin (g/dL)	3.4±0.5	3.6±0.5	0.030
nPCR (g/kg/day)	0.89±0.16	0.96±0.21	NS
Kt/V	2.07±0.23	2.00±0.28	NS

며 혈청 알부민 수치와도 유의한 상관관계를 나타내었으나, 투석기간이나 투석량 정도와는 유의한 관계를 보이지 않았다(Fig. 2-4).

3. 장기 지속성 외래 복막투석 환자에서 복막기능의 변화

5년 사이의 복막기능 변화와 이에 미치는 영향인자를 알아보기 위해 지속성 외래 복막투석을 시행 후 1년 이내 복막 평형 검사를 시행한 31명을 대상으로 5년 후 다시 복막 평형 검사를 시행하였다. 31명 중 남자는 15명, 여자는 16명이었고, 이들 31명의 평균 투석 시작 나이는 44.6±12.2세, 평균 투석기간 69.6±7.2개월이었으며 평균 2.0±2.3회의 복막염이 발생하였고, 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액은 평균 1.09±0.75회/일 사용하였다(Table 5).

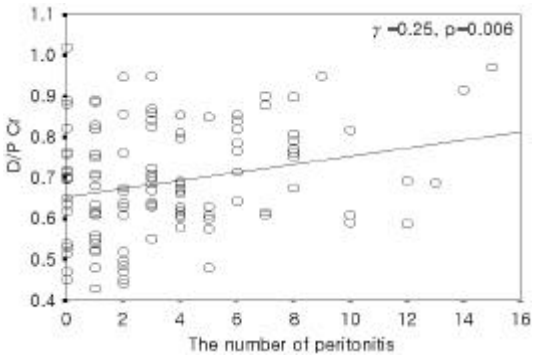

Fig. 2. *Correlation between the number of peritonitis and D/P Cr.*

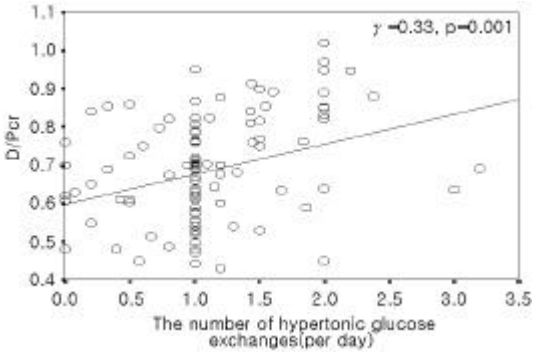

Fig. 3. *Correlation between the number of hypertonic glucose exchanges and D/P Cr.*

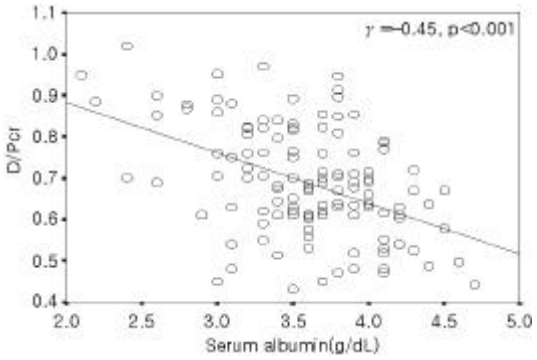

Fig. 4. *Correlation between serum albumin and D/P Cr.*

처음 복막 평형 검사까지 3.2±2.8개월, 5년 후 다시 검사까지 69.2±7.5개월이었으며, 그 사이에 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위하여 paired t-test를 시행하였다(Table 6). Table 6에서 보여주는 것과 같이 복막기능을 나타내는 D/P Cr은 5년 후 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 의의는 없었다. 그러나 복막염의 발생 빈도에 따라 D/P Cr의 변화를 관찰하였을 때 복막염의 발생이 2회 이상 있었던 군에서 복막투석 시작 당시에 비해 5년 후 D/P Cr이 의의 있게 증가했던 반면, 1회 또는 복막염이 없었던 군에서의 D/P Cr은 처음과 5년 후에 큰 차이가 없었다(Table 7). 이를 D/P Cr의 변화(△D/P Cr=5년 후 D/P Cr－시작 당시 D/P Cr)로 비교하였을 때 복막염의 발생 횟수가 2회 이상이었던 군에서 D/P Cr의 변화가 통계적으로 의의 있게 많았으며(p=0.014, 0.13±0.18 vs -0.04±0.12, Fig. 5), 선형 회귀분석을 시행하였을 때도 D/P Cr의 변화는 복막염의 발생 빈도와 유의한 상관관계를 나타냈다. 또한 D/P Cr의 변화는 1일당 고농도 포도당 투석액의 사용횟수와도 유의한 상관관계를 보였다(Fig. 6, 7).

Table 5. Characteristics of Patients Who Performed PET Initially and 5 Years after CAPD (n=31)

Sex (male/female)	15/16
Age at the initiation of dialysis (years)	44.6±13.6
Dialysis duration (months)	69.6±7.2
Time elapsed until the initial PET (months)	3.2±2.8
Time elapsed until follow-up PET 5 years after CAPD (months)	69.2±7.5
The number of peritonitis	2.00±2.25
The number of hyertonic glucose exchange (per day)	1.09±0.75
Ultrafiltration failure	3/31

Table 6. Comparison between Initial and 5 Years after CAPD (n=31)

	Initial	5 years	p-value
D/P Cr	0.66±0.19	0.70±0.16	NS
D/Do glu	0.40±0.17	0.40±0.20	NS
Ultrafiltration (L)	0.41±0.15	0.39±0.19	NS
Hemoglobin (g/dL)	9.1±1.3	9.6±1.5	NS
Hematocrit	26.6±5.4	28.0±4.4	NS
Serum albumin (g/dL)	3.9±0.4	3.6±0.5	0.007
nPCR (g/kg/day)	0.96±0.21	0.99±0.24	NS
Kt/V	2.20±0.46	2.04±0.24	0.034

고 찰

지속성 외래 복막투석을 장기간 유지할 경우 복막염이나 한외여과 부전으로 인한 기술적 실패가 가장 큰 문제점중의 하나로 지적되어 왔고 이를 극복하여 기술적 생존률을 높이려는 연구가 최근까지도 활발히 진행되고 있다[15, 16, 20-26]. 특히 한외여과 부전 없이 장기 복막투석을 유지하기 위해서는 복막기능을 잘 보존하는 것이 중요하며, 이를 위해 복막기능의 변화에 영향을 미치는 요인들을 가능한 줄여주는 것이 중요하다. 현재까지 알려진 복막기능의 변화에 미치는 요인들로는 복막투석의 기간, 복막염 발생 빈도, 복막염의 중증도, 고농도 포도당 투석액의 사용, 비생체 적

Table 7. Comparison of the Change of D/P Cr by the Number of Peritonitis

The number of peritonitis	D/P Cr(initial)	D/P Cr(5 years later)	△D/P Cr*	p-value
Less than 2(n=17)				
0.47±0.51	0.67±0.11	0.64±0.11	-0.04±0.12	NS
More than 2(n=14)				
3.86±2.14	0.64±0.11	0.77±0.18	0.13±0.17	0.03

*△D/P Cr=D/P Cr(5 years)−D/P Cr(initial)

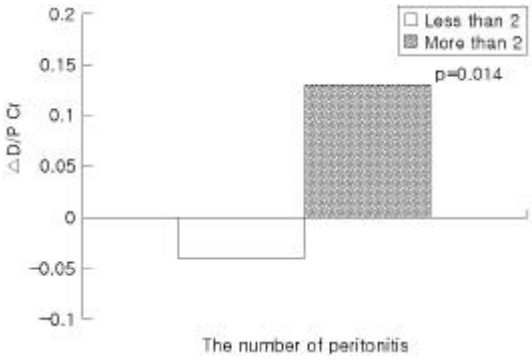

Fig. 5. *Comparison of the change of D/P Cr by the number of peritonitis.*

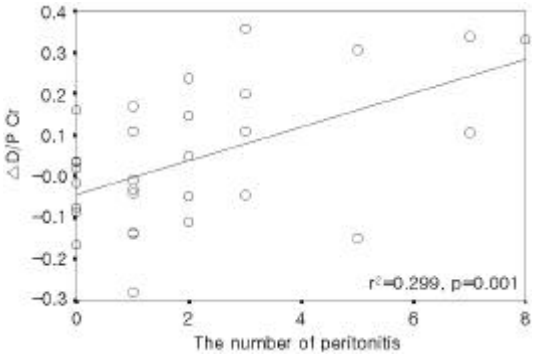

Fig. 6. *Factors affecting the change of D/P Cr(1).*

합성 투석액의 사용 등이 있다.

Davies 등은 지속성 외래 복막투석을 장기간 유지할 경우 복막기능의 변화, 즉 용질 이동(solute transport)의 증가가 나타나는데 이러한 변화는 복막 투석을 시작한지 3년까지는 시작 당시에 비해 큰 변화가 없으나 3년 이후부터 현저한 변화를 보인다고 하며, 이러한 복막기능의 변화로 인해 한외여과능도 감소한다고 하였다[9]. 복막기능의 변화와 한외여과능의 감소는 한외여과 부전을 초래하며, 지속성 외래 복막투석

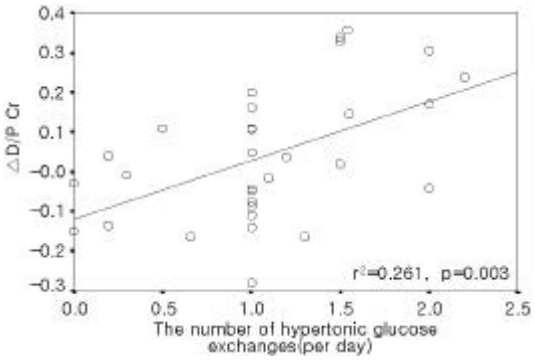

Fig. 7. *Factors affecting the change of D/P Cr(2).*

을 6년 이상 장기간 유지할 경우, 제 1형 한외여과 부전은 30% 정도에서 나타난다고 한다. 최근에 발표된 시간의 경과에 따른 복막기능의 변화에 대한 연구들은[12, 13, 18] 추적기간이 2년 정도로 Davies의 연구에 비해서 추적기간이 짧았으며 이들의 연구에서는 2년 동안에 처음에 비해 복막기능의 변화가 큰 변화를 보이지 않으며 한외여과능도 큰 변화를 보이지 않는다고 하였다. 따라서 저자는 5년 이상 장기 지속성 외래 복막투석을 하고 있는 환자들을 중심으로 복막기능의 변화에 영향을 미치는 인자들을 알아보고자 하였으며 지속성 외래 복막투석 시작 당시와 5년이 지난 후 복막기능의 변화와 이에 미치는 인자들을 분석하고자 하였다.

Table 1과 Fig. 1은 본원에서 시행한 복막 평형검사 결과를 근거로 하여 지속성 외래 복막투석 시행 후 시간의 경과에 따라 어떠한 분포를 이루고 있는지 보여주고 있다. 실제로 시간이 지나면서 용질 이동이 증가한다면 high transport의 분포가 증가해야 할 것이나 high transport군에서는 좀더 일찍 기술적 실패를 가져오거나, 사망하는 환자가 많아 5년 이상 장기 복막투석을 유지하기는 어려워, 단순한 분포양상만을 가지고 high transport의 빈도가 증가한다고 말할 수

는 없었다. High transport군에서 기술적 실패와 사망률이 더 증가한다는 사실은 이미 여러 논문에서 보고되어 왔으나[27-29] 본 연구에서는 5년 이상 장기 지속성 외래 복막투석 환자를 대상으로 한 것으로 사망률이나 기술적 실패를 분석하기에는 대상군이 적합하지 않았다. 그러나 본 연구에서도 한외여과 부전은 high transport군에서 통계적으로 높은 빈도를 보여 high transport가 한외여과 부전을 예측할 수 있다는 다른 연구에 부합되는 결과를 보였다(Table 3).

5년 이상 지속성 외래 복막투석을 유지하고 있는 환자들의 일반적 특성으로(Table 2) 평균 복막염 발생 빈도는 12개월당 0.42±0.41회로 일반적인 빈도인 12개월 당 0.5회 보다는 다소 낮은 빈도를 나타내었다. 이들 124명의 Kt/V에 근거한 투석량은 비교적 적절하였으나 혈청 알부민 수치는 3.59±0.50 g/dL로 일반적으로 적절한 수준이라고 알려져 있는 4.0 g/dL 보다는 다소 낮은 수치를 보였다. 적절한 영양 상태를 유지하기 위해서는 혈청 알부민 수치를 4.0 g/dL 이상 유지하는 것이 바람직하며 영양 상태가 좋지 않을수록 사망률이 증가한다는 사실을 고려할 때 본 연구 결과로 나타난 알부민 수치는 4.0 g/dL 보다 낮은 값을 나타내어 장기간 복막투석을 유지할 경우 영양상태가 중요한 문제임을 알 수 있었다.

124명 중 당뇨 환자는 모두 12명이었고 이 중 10명은 당뇨로 인해 말기 신부전이 초래되었으나 2명은 지속성 외래 복막투석 시행 후 나타났다. 이러한 빈도는 말기 신부전의 원인으로 당뇨가 차지하는 비중을 고려하면 낮은 빈도를 보였는데 당뇨병이 지속성 외래 복막투석의 가장 좋지 않은 예후인자이며[2-8] 당뇨병 환자가 투석을 시작할 경우 5년 생존률이 20%로[1] 투석 시작 후 5년 이내 대부분 사망하는 경우가 많음을 고려할 때 본 연구에서도 당뇨병이 말기 신부전의 원인이었던 빈도는 많지 않았던 것으로 생각된다.

이들이 시행한 복막 평형 검사 결과를 근거로 단면 연구를 통한 분석(Table 3)에서 각군 사이에 차이가 있는 것은 혈청 알부민 수치와 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액의 사용 횟수였다. 혈청 알부민 수치가 high transport군에서 낮고 low transport군에서 높은 것은 high transport군에서 용질 이동이 증가함으로써 나타난 현상으로 해석될 수 있으며, 이를 단순 상관분석시 D/P Cr과 알부민 수치와는 역상관 관계를 보였다(γ=-0.452, $p<0.001$, Fig. 4). 이는 한 등의 연구에서 언급한 것과 같은 결과이며, 한 등은 지속성 외래 복막투석을 받고 있는 106명의 환자를 대상으로 한 단면 연구에서 혈청 알부민 수치는 영양상태 뿐만 아니라 복막의 용질 이동 특성에 따라 결정된다고 보고하였다[30]. 또한 Davies 등은 low transport군에서 용질 이동이 낮아 알부민 수치가 다른 군에 비해 높게 유지되고, 비교적 영양상태가 잘 유지되어 high transport군에 비해 생존률이 높고 투석을 오래 유지할 수 있는 이유라 하였다[9]. 또 다른 차이로 나타난 1일당 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액 사용횟수는 high transport군에서 다른 군에 비해 많았으며, 이는 고농도 포도당 투석액 사용횟수가 많을수록 복막기능의 변화를 초래하여 용질 이동이 증가한다는 것을 간접적으로 시사하는 소견으로 생각되어지나 이것이 고농도 포도당 투석액의 사용으로 인해 복막기능의 변화를 초래한 것인지 복막의 특성이 high transport이기 때문에 고농도 포도당 투석액의 사용이 많아진 것인지 단면 연구만으로는 원인, 결과 관계를 밝히기는 어려웠다.

한외여과 부전은 high transport군에서만 나타나는 것이 아니므로 제 2형, 제 3형 한외여과 부전을 포함하여 한외여과 부전군 17명과 나머지 107명을 비교한 분석에서는 한외여과 부전군에서 D/P Cr이 유의하게 높았으며 1일 평균 고농도 포도당 투석액의 사용횟수, 평균 투석기간이 유의한 차이를 보였다(Table 4). 평균 투석기간이 한외여과 부전군에서 높은 것은 한외여과 부전군에서 D/P Cr이 높고, high transport군이 더 많았던 점을 고려할 때, 투석기간도 용질 이동 특성의 변화에 영향을 미치고 있음을 시사하는 소견으로 생각되며, 이는 총 포도당 노출량에도 관계되고 있음을 간접적으로 알 수 있었다. Selgas 등은 한외여과 부전이 조기에 왔던 군에서 복강내 포도당의 총부하량이 더 많았음을 관찰하였고, 총부하의 증가량도 복막투석 시작 1년, 2년이 지날수록 조기 한외여과 부전군에서 많았음을 보고하였다[31]. 그러나 본 연구에서는 고농도 포도당 투석액의 1일 평균 사용횟수를 사용하였으며, 이는 환자의 문진과 의무기록을 후향적으로 조사한 것이여서, 실제로 정확한 총 포도당 부하량을 계산하기는 어려웠다.

총 복막염 발생 횟수는 한외여과 부전군에서 빈도가 높았으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 일반적으로 복막염의 발생 빈도가 많을수록 복

막기능에 손상을 초래하는 것으로 알려져 있으나, 본 연구의 Table 3과 Table 4에서와 같이 high transport군에서, 그리고 한외여과 부전군에서 복막염의 발생 빈도가 많은 경향을 보이나 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않아 예상과는 다른 결과를 나타내었다. 따라서 저자는 복막기능을 나타내는 D/P Cr과 복막염의 발생 빈도, 고농도 포도당 투석액의 사용횟수와의 상관관계를 알아보기 위해 단순 상관분석을 시행하였으며, 이때 D/P Cr과 복막염의 발생 빈도(γ = 0.246, p=0.006), 그리고 1일당 2.5% 이상의 고농도 포도당 투석액 사용횟수와는(γ =0.33, p<0.001)

통계적으로 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었고(Fig. 2, 3), 이는 편상관분석을 시행하여도 통계학적으로 의미가 있어 복막염의 발생 빈도와 고농도 포도당 투석액의 사용횟수는 각각 독립적으로도 복막기능에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 그러나 복막 평형 검사 당시의 D/P Cr만으로는 시간이 경과함에 따른 D/P Cr의 변화를 알 수 없어 복막기능의 변화를 단면연구만으로 밝혀내는 것은 어느 정도 제한점이 있었다. 따라서 저자는 지속성 외래 복막투석 시작 후 1년 이내에 복막 평형 검사가 되어있는 31명을 대상으로 5년이 지난 후 다시 복막 평형 검사를 하였을 때 복막기능에 어떠한 변화가 있는지, 이러한 변화에 미치는 영향인자가 무엇인지에 대하여 분석하였다.

지속성 외래 복막투석 시작 당시와 5년 후의 비교에서(Table 6) 혈청 알부민이 5년 후 감소하여 적절한 영양상태를 지속적으로 유지하는 것이 어려웠던 것으로 생각하였다. 투석의 적절량을 나타내는 Kt/V는 지속성 외래 복막투석 시작 후 5년 후에 비교적 적절한 수준이기는 하나 시작 당시에 비해 감소하였으며 이는 잔여신기능의 소실에 의한 것으로 생각된다. 그러나 D/P Cr은 5년 후에 시작 당시보다 증가하는 경향을 보였으나 통계학적인 차이를 보이지는 않았다. 이를 실제적인 변화량, 즉 5년 후의 D/P Cr과 시작당시의 D/P Cr의 차이가 총 복막염의 발생 빈도에 따라 어떠한 관련이 있는지 알아보기 위해 복막염 발생이 한번도 없거나 1회로 있었던 군과 2회 이상 있었던 군과의 D/P Cr의 변화를 비교하였으며, 그 결과 복막염 발생이 2회 이상 있던 군에서 D/P Cr의 변화(△D/P Cr 0.13±0.18 vs. -0.04±0.12)가 통계적으로 의의 있게 많았고(p=0.014, Fig. 5, Table 7), 이를 선형 회귀분석을 시행하여도 D/P Cr의 변화와 복막염 발생 빈도와는 유의한 상관관계를 나타내어 (r^2=0.299, p=0.001, Fig. 6) 복막염의 발생 빈도가 복막기능에 미치는 중요한 인자임을 알 수 있었다.

Ates 등은 단 1회의 복막염은 용질 이동에 증가를 가져오지 않아 복막기능에는 큰 변화를 가져오지 않는다고 하였고[32], Davies 등도 복막염의 발생 빈도가 2회 이상으로 있었던 환자군에서 0회나 1회 있었던 환자군에 비해 용질 이동이 증가한다고 하여 본 연구의 결과와 같은 결과를 나타내었다[17]. Wong 등은 105명의 환자들을 2년 동안 추적 관찰한 결과 복막염이 있었던 군과 한번도 없던 군간에 용질 이동에는 차이가 없었으나 중증 복막염(Tenckhoff catheter를 제거할 정도의 복막염, 또는 3주 이상의 항생제를 써야 했던 복막염)이 있었던 군에서 용질 이동의 차이를 보여 복막염의 중증도가 한외여과 부전에 중요하다고 하였다[13]. 본 연구의 대상인 31명 중에는 Wong 등이 정의하였던 중증 복막염을 경험했던 환자가 없었고, 복막염 원인균주도 Pseudomonas나 methicillin resistant Staphylococcus aureus(MRSA) 균주는 없었으며, fungus는 1예밖에 없어 복막염의 중증도를 기준으로 복막기능의 변화를 관찰할 수는 없었다.

고농도 포도당 투석액의 사용횟수도 D/P Cr의 변화와 유의한 상관관계가 있어(r^2=0.261, p=0.003, Fig. 7) 단면연구에서 언급한 것과 같이 포도당의 부하가 많을수록 복막기능의 손상을 초래함을 간접적으로 알 수 있었다. 그러나 이러한 사실로써 복막기능의 변화가 선행되어 고농도 포도당 투석액을 더 많이 사용하는 것인지, 아니면 실제로 고농도 포도당 투석액을 많이 사용하여 복막기능의 변화가 초래되는 것인지 원인, 결과 관계를 밝히기는 어려웠다. Davies 등은 지속성 외래 복막투석을 유지하고 있는 303명의 환자를 대상으로 한 전향적인 연구에서 고농도 포도당 투석액의 사용횟수가 많았고 총 포도당 부하가 많았던 군에서 용질 이동이 증가하였음을 관찰하여 복막기능의 변화가 초래되기 전에 고농도 포도당 투석액의 사용이 선행하였다고 보고하였다[33]. 따라서 본 연구에서 나타난 결과는 Davies 등의 연구로 미루어 볼 때 고농도 포도당 투석액의 사용으로 인해 용질 이동의 증가와 복막기능의 변화가 초래되었다고 생각되어진다.

고농도 포도당 투석액의 장기간 사용은 포도당의 분해 산물인 advanced glycosylation end products (AGEs)가 형성되고 복막 결체조직, 혈관벽, 그리고

중피세포 등에 침착하여 복막기능의 손상을 초래하는 것으로 알려져 있다[15, 24]. 최근에는 이러한 이유로 포도당대신 포도당 중합체, 또는 포도당 분해산물이 더 적게 함유된 투석액들이 개발되어 복막투석에 이용되고 있으며 한외여과 부전군에서 좀더 기술적 생존률의 향상을 가져온다는 보고들이 발표되고 있다[34-38]. 또한 기존에 사용되고 있는 투석액이 생체 비적합성으로 여러 가지 기전에 의해 복막기능의 손상을 초래하는 바, 최근에는 투석액내에 pH를 좀더 혈장의 pH에 가깝게 만들고 젖산 대신 중탄산 완충제가 함유된 투석액 등 좀 더 생체 적합성인 투석액들이 개발되고 사용되고 있어 앞으로 지속성 외래 복막투석 환자에서 기술적 생존률을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

= Abstract =

Clinical Factors Affecting Peritoneal Membrane Function in Long-Term Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis Patients

Seung Hyeok Han, M.D., Sang Cheol Lee, M.D.
Young Seok Goo, M.D., Ehwa Kang, M.D.
Hyung Chun Park, M.D., Hyun Jeong Roh, M.D.
Soo Young Yoon, M.D., So Rye Choi, M.D.
Do Sik Yun, M.D., Shin Wook Kang, M.D.
Kyu Hun Choi, M.D., Dae Suk Han, M.D.
and Ho Yung Lee, M.D.

Department of Internal Medicine,
The Institue of Kidney Disease, Yonsei University,
College of Medicine, Seoul, Korea

Background : According to previous studies on peritoneal membrane function, solute transport significantly increased 3 years after the begining of peritoneal dialysis. However, there were only few reports regarding the change of peritoneal membrane function in long-term CAPD patients in Korea.

Methods : Clinical factors affecting peritoneal membrane function were analyzed, in patients who maintained CAPD more than 5 years. 124 patients performed peritoneal equilibration test(PET) 5 years after CAPD were included. Cross sectional study was performed to know the differences of clinical characteristics among 4 types of peritoneal membrane transport characteristics based on PET. Also, clinical factors affecting peritoneal memebrane function were analyzed in 31 patients who had undertaken PET initially and 5 years after the beginning of CAPD.

Results : D/P Cr was the highest($p<0.001$) and ultrafiltration was the lowest($p=0.011$) in high transport group. Also, the number of hypertonic glucose exchanges(more than 2.5%) per day was the highest ($p=0.02$), and serum albumin was the lowest($p<0.001$) in this group. 17 patients were included in ultrafiltraion failure group. D/P Cr and the number of hypertonic glucose exchanges was significantly higher ($p<0.001$, $p<0.001$, respectively) and the duration of peritoneal dialysis was significantly longer($p=0.033$) in ultrafiltration failure group compared with the others. D/P Cr of 124 patients was well correlated with the number of peritonitis($\gamma=0.246$, $p=0.006$), and the number of hypertonic glucose exchanges($\gamma=0.33$, $p<0.001$), but inversely correlated with serum albumin($\gamma=-0.452$, $p<0.001$) with the statistical significance. In 31 patients who undertook PET within 1 year after the begining of CAPD, although not significant, D/P Cr increased and ultrafiltration decreased after 5 years. A significant increase in D/P Cr($p=0.014$) was seen in patients who experienced more than 2 episodes of peritonitis($n=14$), compared with patients who experienced either peritonitis free or single episode of peritonitis($n=17$). The linear regression analysis showed that the number of peritonitis and the number of hypertonic glucose exchanges per day were significantly correlated with the increased D/P Cr after 5 years($p=0.001$, $p=0.003$, respectively).

Conclusion : Clinical factors affecting peritoneal membrane function were the number of peritonitis, the use of hypertonic glucose exchanges and the duration of peritoneal dialysis. To preserve peritoneal membrane function, it is recommended to avoid hypertonic glucose exchanges and to reduce the number of peritonitis. **(Korean J Nephrol 2002;21(1): 74-85)**

Key Words : Long-term peritoneal dialysis, Peritoneal membrane function, PET, Peritonitis, Ultrafiltraion failure

참 고 문 헌

1) USRDS 1995 Annual data report. ESRD treatment modalities. *Am J Kidney Dis* **26**(Suppl 2): S51-S68, 1995
2) Lupo A, Tarchini R, Cancarini GC, Catizone L, Cocchi R, De Vecchi A, et al.: Long-term outcome in continuous ambulatory peritoneal dialysis: A 10-year survey by the Italian Cooperative

Peritoneal Dialysis Study Group. *Am J Kidney Dis* **24**:826-837, 1994
3) Selgas R, Fernandez-Reyes MJ, Bosque E, Bajo MA, Borrego F, Jimenez C, et al.: Functional longevity of the human peritoneum. How long is continuous peritoneal dialysis possible? Results of a prospective medium long-term study. *Am J Kidney Dis* **23**:64-73, 1994
4) Abdel Rahman EM, Wakeen M, Zimmerman SW : Characteristics of long-term peritoneal dialysis survivors : 18 years experience in one centre. *Perit Dial Int* **17**:151-156, 1997
5) Zimmerman SW, Johnson CA, Mark O : Long-term survivors on peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis* **10**:241-249, 1987
6) Cancarini GC, Sandrini M, Vizzardi V, Scaini P, Mombelloni S, Pola A, et al.: Long-term peritoneal dialysis outcome in a single center. *Perit Dial Int* **20**(Suppl 2):S121-S126, 2000
7) Maitra S, Burkart J, Fine A, Prichard S, Bernardini J, Jindal KK, et al.: Patients on chronic peritoneal dialysis for ten years or more in North America. *Perit Dial Int* **20**(Suppl 2):S127-S133, 2000
8) Balaskas EV, Yuan ZY, Gupta A, Meema HE, Blair G, Bargman J, et al.: Long-term continous ambulatory peritoneal dialysis in diabetics. *Clinical Nephrology* **42**:54-62, 1994
9) Davies SJ, Phillips L, Griffiths AM, Russell LH, Naish PF, Russell GI : What really happens to people on long-term peritoneal dialysis? *Kidney Int* **54**:2207-2217, 1998
10) Struijk DG, Krediet RT, Koomen GCM, Hoek FJ, Boeshoten EW, Reijden HJ, et al.: Functional Characteristics of the peritoneal membrane in long-term continous ambulatory peritoenal dialysis. *Nephron* **59**:213-220, 1991
11) Struijk DG, Krediet RT, Koomen GCM, Hoek FJ, Boeshoten EW, Reijden HJ, et al.: A prospective stud of peritoneal transport in CAPD patients. *Kidney Int* **45**:1739-1744, 1994
12) Lo WK, Brendolan A, Prowant BF, Moore HL, Khanna R, Twardowski ZJ, et al.: Changes in the peritoneal equilibration test in selected chronic peritoneal dialysis patients. *J Am Soc Nephrol* **4**:1466-1474, 1994
13) Wong TYH, Szeto CC, Lai KB, Lam CWK, Lai KN, Li PKT : Longitudinal study of peritoneal membrane function in continuous ambulatory peritoneal dialysis: Relationship with peritonitis and fibrosing factors. *Perit Dial Int* **20**:679-685, 2000
14) Kawaguchi Y, Hasegawa T, Nakayama M, Kubo H, Shigematsu T : Issues affecting the longevity of the continuous peritoneal dialysis therapy. *Kidney Int* **52**(Suppl 62):S105-S107, 1997
15) Krediet RT, Ho-Dac-Pannekeet MM, Struijk DG : Preservation of peritoneal membrane function. *Kidney Int* **76**(Suppl 56):S62-S68, 1996
16) Krediet RT : The peritoneal membrane in chronic peritoneal dialyisis : Nephrology Forum. *Kidney Int* **55**:341-356, 1999
17) Davies SJ, Bryan J, Phillips L, Russell GI : Longitudinal chnages in peritoneal kinetics : The effects of peritoneal dialysis and peritonitis. *Nephrol Dial Transplant* **11**:498-506, 1996
18) Hung KY, Huang JW, Tsai TJ, Chen WY. Natural changes in peritoneal equilibration test results in continous ambulatroy peritoneal dialysis patients : A retrospective, seven year cohort survey. *Artif Organs* **24**:262-264, 2000
19) Twardowski ZJ, Nolph KD, Khanna R : Peritoneal equilibation test. *Perit Dial Int* **7**:138-147, 1987
20) Mujais S, Nolph K, Gokal R, Blake P, Burkart J, Coles G, et al.: Evaluation and management of untlrafiltration problems in peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* **20**(Suppl 4):S5-S21, 2000
21) Churchill DN : Strategies to improve clinical outcomes in peritoneal dialysis patients : Delivered dose and membrane transport. *Am J Kidney Dis* **32**:S58-S62, 1998
22) Topley N : In vitro biocompatibility of biarbonate-based peritoneal dialysis solutions. *Perit Dial Int* **17**:42-47, 1997
23) Ho-dac-Pannekeet MM, Struijk DG, Boeschoten EW, Friedlnader MA, Krediet RT : Non-glucose dialysis solutions in patients with ultrafiltration failure. *Kidney Int* **55**:1169-1170, 1999
24) Tzamaloukas AH : Avoiding the use of hypertonic dextrose dialysate in peritoneal dialysis. *Seminars in Dialysis* **13**:156-159, 2000
25) Selgas R, Bajo MA, Castro MJ, Sanchez-Tomero JA, Cirugeda A : Managing ultrafiltration failure by peritoneal resting. *Perit Dial Int* **20**:595-597, 2000
26) Rippe B, Simonsen O, Heimburger O, Christensson A, Stelin G, Haraldsson B, et al.: Long-term clinical effects of a peritoneal dialysis fluid with less glucose degradation products. *Kidney Int* **59**:348-357, 2001
27) Churchill DN, Thorpe KE, Nolph KD, Keshaviah PR, Page D, Oreopoulos DG : Canada-USA (CANUSA) Peritoneal Dialysis Study Group. Increased peritoneal membrane transport is asso-

ciated with decreased patient and technique survival for continuous peritoneal dialysis patients. *J Am Soc Nephrol* **9**:1285-1292, 1998

28) Davies SJ, Phillips L, Russell GI : Peritoneal solute transport predicts survival on CAPD independently of residual renal function. *Nehrol Dial Transplant* **13**:962-968, 1998

29) Cueto-Manano AM, Correa-Rotter R : Is high peritoneal transport rate an independent risk factor for CAPD mortality? *Kidney Int* **57**:314-320, 2000

30) Han DS, Lee SW, Kang SW, Choi KH, Lee HY, Cho EY, et al. : Factors affecting low values of serum albumin in CAPD patients. *Adv Perit Dial* **12**:288-292, 1996

31) Selgas R, Bajo MA, Castro MJ, Peso GD, Aguilera A, Fernadex PA, et al. : Risk factors responsible for ultrafiltration failure in early stages of peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* **20**:631-636, 2000

32) Ates K, Koc R, Nergizoglu G, Erturk S, Keven K, Sen A, et al. : The longitudinal effect of a single peritonitis episode on peritoneal membrane transport in CAPD patints. *Perit Dial Int* **20**: 220-226, 2000

33) Davies SJ, Phillips L, Naish PF, Russell GI : Peritoneal glucose exposure and changes in membrane solute transport with time on peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* **12**:1046-1051, 2001

34) Wilkie ME, Plant MJ, Edwards L, Brown CB : Icodextrin 7.5% dialysate solution in patietns with ultrafiltration failure : Extension of CAPD technique survival. *Pert Dial Int* **17**:84-86, 1997

35) Posthuma N, Ter Wee PM, Verbrugh HA, Oe PL, Peers E, Sayers J, et al. : Icodextrin instead of glucose during the daytime dwell daytime dwell in CCPD increased ultrafiltration and 24-h dialysate creatinine. *Nephrol Dial Transplant* **12**: 550-553, 1997

36) Dawnay A, Millar DJ : Glycation and advanced glycation end product formation with icodextrin and dextrose. *Perit Dial Int* **17**:52-58, 1997

37) Peers E, Gokal R : Icodextrin provides long dwell peritoneal dialysis and maintenance of intraperitoneal volume. *Artif Organs* **22**:8-12, 1998

38) Vanhoder RC, Laeire NH : Osmotic agents in peritoneal dialysis. *Kidney Int* **76**(Suppl 56):86-91, 1996