

자동복막투석

연세대학교 의과대학 내과학교실

이호영

Automated Peritoneal Dialysis

Ho Yung Lee, M.D.

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

서 론

1976년도부터 복막투석이 말기신부전환자에게 사용되면서 환자는 활동이 편리하고 자유롭게 되었고 삶의 질 향상에 기여하게 되었을 뿐만 아니라 CAPD는 혈액학적 또는 생화학적 검사소견을 유지시키는데 있어서 혈액투석에 뒤지지 않는 것으로 평가받아 왔다 (Churchill *et al*, 1996).

1980년에 들어서 자동교환기를 사용해서 야간에 행할 수 있는 복막투석방법인 자동복막투석 (automated peritoneal dialysis; APD)이 도입되면서 CAPD에 비해서는 아직까지 사용하는 환자 수가 적지만 가장 투석방법 (home dialysis modality)으로 대단히 빠른 속도로 선진 외국에

서 정착되어 가고 있는 실정이다 (USRDS, 1996) (Figure 1). 우리나라도 1995년도 APD환자가 14 명으로 시작해서 1998년 4월 현재 108 명으로 증가하고 있는 실정이다 (Figure 2).

APD는 투석액의 교환을 환자가 직접 하는 대신 미리 투석액의 교환주기가 조정된 복막투석 교환기 (cycler)에 의해서 수행되며 투석방법에 따라서 APD는 지속성 교환기 복막투석 (continuous cyclic peritoneal dialysis; CCPD)과 야간 복막투석 (nightly peritoneal dialysis; NPD)방법으로 대별된다 (Twardowski, 1989).

복막 평형검사 (peritoneal equilibrium test; PET) 결과에 따라서 대상환자의 가장 적합한 복막 투석방법을 선택할 수 있는데, NPD는 고용질

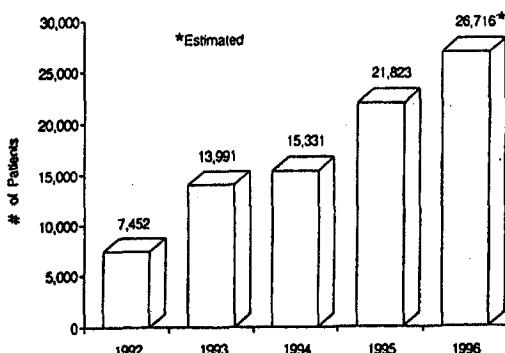


Figure 1. Gloval PD patients-APD

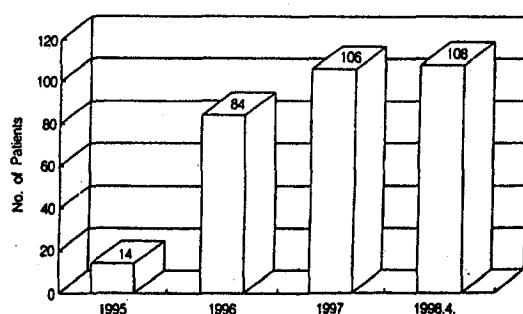


Figure 2. Korean PD patients-APD.

투과특성(high solute transport characteristics) 환자에 적합하고, CCPD는 복막의 투과도가 낮은 환자군에 적합하다. 즉, CCPD는 CAPD로는 투석의 용량이 미흡한 환자에서 투석량을 증가시키기 위해서 사용할 수 있고 NPD는 탈장, 요통 등 투석액으로 인한 복압 상승으로 유발되는 합병증이 있거나 고투과도의 복막특성으로 인한 한외여과부전 (ultrafiltration failure)이 문제가 되는 환자에서 사용될 수 있다 (Diazo-Buxo, 1989; Diazo-Buxo, 1992).

CCPD는 야간에는 기계의 도움으로 투석액을 교환하고 낮에는 일회 이상 필요한 횟수를 수작업으로 직접 교환하는 방법이며 NPD는 야간에만 누운 자세로 투석을 시행하는데 교환방법에 따라 야간 간헐성 복막투석 (nightly intermittent peritoneal dialysis; NIPD)과 야간 조류성 복막투석 (nightly tidal peritoneal dialysis; NTPD)으로 구분할 수 있는데 흔히 NPD를 CCPD with dry day"라고도 부른다.

비록 NPD 및 CCPD 모두 APD라고 부르지만 두 가지 방법의 kinetics는 대단히 다르다. 즉, CCPD kinetics는 CAPD와 유사하나 NPD는 누운 자세에서 계속적으로 짧은 저류시간을 가지고 투석이 진행되는 데 반해서 CCPD는 짧은 저류시간 및 긴 저류시간을 혼합 사용하는 방법으로 낮의 일부 시간동안 복강 내에 투석액을 저류시키게 된다 (Twardowski, 1997).

환자의 선택

APD는 밤 동안에 1.5-3 liter의 용액을 주입시키는 자동교환기(automated cycler)를 사용하는데 투석시간은 야간에 8-12 시간(주당 56-84 시간)동안 시행하며 APD의 가장 흔한 적용증은 복압상승으로 인한 합병증 및 높은 복막의 투과도로 인한 한외여과부전이 대부분이다 (Twardowski, 1989).

APD를 시작하기에 앞서 환자의 잔류 신기능 (residual renal function) 및 복막평형검사를 시행하여야만 각각의 환자에 적합한 치료방법을

선택해 줄 수 있다. 의학적 요인에 의해서 APD를 요하는 경우가 있는데 이는 혈액투석 및 CAPD에 의해서 환자의 요독 및 수분조절이 불가능한 경우 그 환자에 맞는 형태의 APD 방법을 사용해서 적절한 투석이 되도록 조절할 수 있다.

반복적인 탈장으로 고생하는 환자도 APD의 대상이 되는데 이는 주로 APD가 밤에 누워있는 상태에서 복막투석액의 교환이 이루어지므로 복압이 상승되지 않게 되어 탈장의 위험이 감소되기 때문이다.

APD의 제일 큰 장점은 투석내용의 flexibility에 있다. 즉, 투석시간을 환자가 편리하도록 조절할 수 있고 투석처방을 환자의 편의와 복막 기능 검사 결과에 따라 다양한 방법을 선택할 수 있으며 CAPD에 비해서 도관의 연결 및 분리 횟수가 적어서 복막염의 발생빈도가 낮은 것도 장점으로 볼 수 있다 (Misra *et al*, 1997).

임상적으로 APD의 투석성적은 CAPD와 비슷해서 빈혈, 심낭염, 신경증, 골이영양증 등과 같은 요독증에 의한 합병증은 CAPD와 비슷하게 잘 조절되고 적절한 APD를 받는 환자에서 환자의 영양상태도 CAPD와 비슷하나 한외여과가 신속한 이유로 나트륨의 제거가 낮아서 혈압조절에 어려움이 있을 수 있다.

자동복막투석 방법의 선택

자동복막투석의 여러 가지 방법중에도 가장 많이 사용되고 있는 방법이 CCPD이다. APD의 선택은 환자가 선호해서 결정되는 경우도 있고 의사의 선호도에 의해서 선택되기도 한다. 만성 투석을 시행하고 있는 소아 환자의 경우에는 약 75% 가 복막투석을 시행하고 있으며 그 중에서도 CCPD 가 주류를 이루는데 그 이유는 보호자가 편하고 환자의 학교생활에 지장이 없기 때문이다. 일반적으로 APD는 환자가 시각장애가 있거나 사지장애가 있을 경우 도움이 된다.

자동복막투석의 선택에 있어서 중요한 고려 사항중 하나는 환자의 복막투과도이다. 환자가 고용질 투과도를 가지고 있는 경우에는 적절한 한외여

과 (ultrafiltration)를 유지하기 위해서 짧은 기간의 많은 횟수의 교환이 필요하며 이 경우 NPD가 적절한 선택이 된다. 체구가 큰 환자나 고단백 식이를 하는 환자의 경우에는 저분자량의 여과율이 높은 고속도의 APD가 적절하다.

복막염의 발생빈도가 높은 환자에서는 CCPD가 복막염의 예방을 위해서 바람직하다. CCPD나 기타 다른 형태의 APD를 선택할 경우 술기의 특성상 또는 좀 더 잘 할 수 있는 배우자의 도움으로 교환과정에서 발생될 수 있는 오염기회를 차단함으로 해서 복막염을 예방할 수 있다.

복압이 상승됨으로 해서 발생되는 합병증이 있는 환자의 치료에 APD가 여과율이나 투석의 적절도가 유지되면서 투석이 가능하도록 할 수 있는 효과적인 투석 방법이다.

단지 APD를 선택하는데 있어서 중요한 단점은 자동투석기 및 추가량의 투석의 사용이 필요함에 따라 수반되는 추가비용이 문제이나 이 방법을 사용함으로 해서 얻는 이익을 고려할 때 일부 적응증의 환자에서는 권장할 수 있는 방법으로 생각된다.

최선의 투석 및 적절한 투석

최선의 투석 (optimal dialysis)은 더 이상 호전될 수 없을 정도로 최상의 환자상태가 되도록

하는데 필요한 투석량을 말하는데 이는 투석의 량 및 방법을 최대한으로 유지시켜서 일반 환자와 비교 분석을 해야 하나 아직 시도된 바가 없다 (Keshaviah, 1992; Nolph *et al*, 1992). 현실적으로는 적절한 투석 (adequate dialysis)을 유지시키고자 노력하고 있는데 CANUSA 연구 결과 투석량과 임상성적을 비교 분석한 결과 Kt/V 0.1을 감소시킴에 따라 환자 사망률이 5% 증가하는 것으로 나타나서 CAPD에서 Kt/V가 2.1, 크레아티닌 청소율이 70 L/week/m²가 적절한 목표로 제시된 바가 있다.

그후 DOQI (Dialysis Outcomes Quality Initiative) guideline에서 CAPD환자에서는 Kt/V>2.0, CCR>60L/1.73 m²로, 또한 NIPD나 CCPD와 같은 간헐적 복막투석 환자에서는 주당 Kt/V>2.2, CCR>66L/1.73 m²로 권장하고 있다 (Twardowski *et al*, 1988; Wrenger *et al*, 1996; NKF, 1997).

용질 투과양상에 따른 한외여과 및 청소율

저투과도 환자에서는 한외여과의 정점은 투석액의 저류가 후반에 일어나며 저류시킨 후에도 한외여과가 지속된다. 또한 투석액의 저류시간 동안 D/P ratio도 직선적으로 증가해서 용질의 청소율이 증가하게 된다. 따라서 이런 환자에서는 투

Table 1. Baseline PET prognostic value^a

Solute Transport	Predicted Response to CAPD		Preferred Dialysis Prescription
	UF	Clearance	
High	Poor	Adequate	APD, DAPD ^a
High Average	Adequate	Adequate	Standard Dose PD ^b
Low Average	Good	Adequate	Standard Dose PD ^b
	Good	Inadequate ^c	High Dose PD ^d
Low	Excellent	Inadequate	High Dose PD ^d or Hemodialysis

^aAPD=Automated PD performed every night for 8–12 h using 10–20 liters of dialysis solution

DAPD=Ambulatory peritoneal dialysis performed only during daytime using 3–4 exchanges.

^bStandard-dose PD: standard-dose CAPD with 7.5–9.0 liter of dialysis solution used per 24 h or standard-dialysis likely in patients with body surface area>2.00m². ^cHigh-dose PD=CAPD with>9.0 Liters of dialysis solution used per 24 h or CCPD with>8 liters of dialysis solution used overnight and/or>2 liters daytime. Tidal PD indicated with≥15 liters. ^dHemodialysis may be needed in patients with body surface area>2.00m²

석액의 오랜 시간 복강내 저류가 적절한 투석 청소율을 위해서 필수적이므로, CAPD로는 투석량이 부족해서 CCPD로의 전환이 필요한 경우에는 주간에도 투석액의 교환을 하면서 CCPD를 하는 방법과 같은 지속적인 투석요법이 적합하다 (Brunkhorst *et al.*, 1994).

반대로 고 복막투과도 환자에서는 한 번에 4 시간이상 저류시키는 표준형 CAPD방법으로는 적절한 한외여과를 기할 수 없다. 이런 환자에서는 한외여과의 정점이 저류 초반에 이려나며 시간이 지남에 따라 투석액이 흡수되므로 저류 4 시간 이후에 배액할 경우 한외여과를 기대할 수 없다. 또 한 저 분자량 용질의 mass transfer도 배액량이 감소함에 따라서 장시간의 저류 후에는 감소하게 되므로 수 시간 후의 저류 후에는 매 cycle당 청소률이 저복막투과도의 환자군에 비해서 낮게 나타난다. 따라서 이와 같은 고투과도 환자 군에서는 저류시간을 단축시켜 주는 것이 최대한의 한외여과를 기하면서 저 분자량 용질제거를 증가시키는 방법이 된다. 이는 비교적 짧은 간격으로 간헐적인 복막투석형태로 신속하게 투석액을 교환시킴으로써 적절한 청소율을 얻게됨으로 APD가 이 경우에는 적격이 된다. Table 1은 막 평형검사 결과에 따른 투석방법의 적용례를 보여주고 있다 (Twardowski, 1997).

장단기 저류시간에 따른 Urea 및 Creatinine 청소율

분자량이 60 달톤인 요소는 분자량 112인 크레

아티닌에 비해서 빠르게 평형을 이룬다. 따라서 요소의 D/P 비에 대한 크레아티닌 D/P 비는 짧은 저류시간의 교환에서는 낮고 저류시간이 길어짐에 따라 높아지게 되어서 복막의 용질 투과특성에 따라서 4-12 시간의 장시간의 저류시 투석액과 혈액간에 일치하게 된다. 투석액의 교환시 청소율은 투석액의 용량과 D/P와의 곱에 해당되므로 요소의 크레아티닌에 대한 청소율의 비는 장시간의 저류에 비해서 짧은 저류주기의 투석에서 높게된다 (Keshaviah, 1992).

만약 환자가 CAPD에서 NIPD로 변경했다면 Kt/Vurea는 동일하게 유지될 수 있어도 크레아티닌청소율은 감소하게 된다. 반대로 CAPD에서 NIPD로 변경한 후 크레아티닌청소율을 유지시키기 위해서는 Kt/V를 증가해야 한다 (Twardowski & Nolph, 1988) (Figure 3).

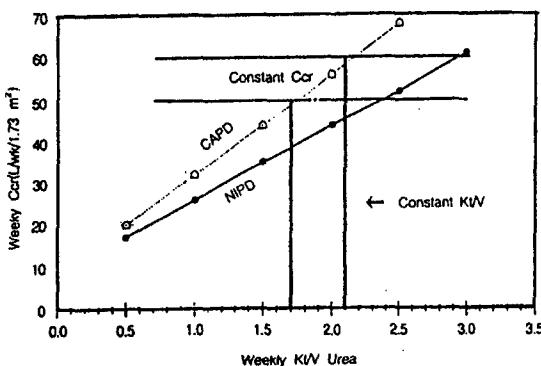
CCPD는 장단시간의 저류교환을 복합적으로 사용하기 때문에 Kt/Vurea와 크레아티닌청소율 간의 관계가 CAPD와 NPD사이에 있게 된다 (Nolph *et al.*, 1992).

자동복막투석의 처방

1) 지속성 교환기 복막투석 (Continuous Cyclic Peritoneal Dialysis; CCPD)

CCPD의 장점은 1) 투석액 교환으로 인해서 낮 시간의 사회활동에 방해를 받지 않고, 2) 투석 요구량에 부응해서 투석처방을 야간의 교환횟수 조정으로 가능하므로 간편하며, 3) 보호자의 도움이

Figure 3. Weekly creatinine clearance(Ccr) is related to Weekly Kt/V on one hour cycles(NIPD) and six hour cycles(CAPD) in patients with Average transport characteristics. Horizontal lines and black line indicate constant weekly creatinine clearances and constant Kt/V, respectively. Horizontal modeling maintains Kt/V and decreases creatinine clearance.



필요한 수족이 불편한 환자도 아침과 취침 전 도움만으로 족하므로 보호자의 부담이 적다는 것 등을 들 수 있다. 이외에도 의학적 요인으로 환자의 복막투과도가 정상이하이거나 복막 표면적이 적은 관계로 CAPD를 하루 2L, 5 회의 투석으로도 투석 요구량에 미치지 못하고 고용량 투석액의 교환이 어려운 환자에서 유용하다 (Twardowski *et al*, 1988).

야간에 여러번의 투석액 교환과 주간에 2-3 번의 투석액을 교환하는 방법으로 환자가 신장 기능이 없어지고 body mass가 큰 환자에서도 적절한 투석을 제공할 수 있다 (Figure 4). Figure 5는 체중과 Kt/V간의 상관관계를 보여주고 있다. 이 경우 5 리터의 용액 3 개를 사용해서 교환기를 이용해서 투석을 시행하는데 13 리터는 교환기로 짧은 저류의 교환을 야간에 하고, 2 리터는 아침에

주입시킨 후 점심시간에 일회를 수작업으로 교환하고 저녁시간에 교환기를 이용한 투석을 시행하는 방법을 사용한다. 이와같은 CCPD방법은 투석의 효율에서 효과적이고 비용이 많이 들지 않아서 크레아티닌 청소율은 CAPD와 비슷하고 Kt/Vurea는 높게 유지시키게 된다 (Nolph *et al*, 1992).

CCPD의 단점은 비용이 많아 들고 교환기를 휴대해야 하기 때문에 여행이 불편할 수 있다는 점, 그리고 기계를 사용하는 거부감과 machine alarm으로 인한 수면방해가 있을 수 있다는 점 등을 들 수 있다. 그러나 CCPD를 하더라도 여행기간중은 CAPD로 대체하는 방법을 사용할 수 있다.

2) 야간 복막투석(Nightly Peritoneal Dialysis; NPD)

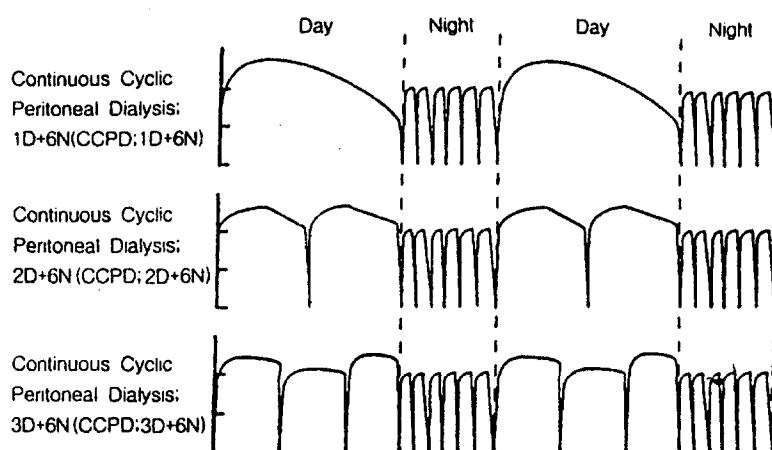


Figure 4. CCPD prescriptions

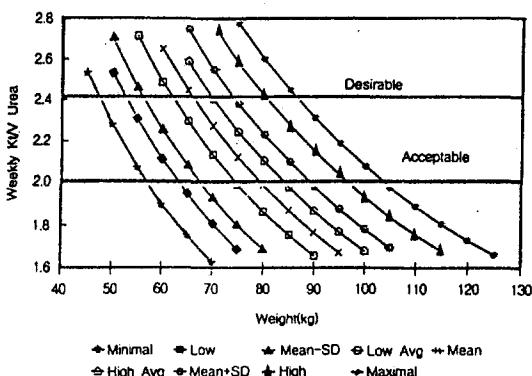


Figure 5. Weekly Kt/V urea, standard weight, and solute transport using ten hour nightly intermittent peritoneal dialysis(NIPD) plus two 2L diurnal exchanges(7 hr+7 hr.) for NIPD 13 liters of dialysis solution is infused and 14.5L is drained(1.5L Ultrafiltration). Average nightly total exchange time=85 min, 1.86L inflow and 2.07L outflow. All nine transport categories are shown. Thick horizontal Lines indicate acceptable and desirable Kt/V

NPD는 야간에 시행하는 간헐적 복막투석 방법으로 CCPD에서 주간에 장시간의 저류를 생략한 방법이다 (Figure 6). NPD는 반복적으로 복부 투석액 누출이 있거나 털장이 있는 환자, 방광의 prolapse, 포도당의 빠른 흡수로 인한 한외여과 부전으로 CAPD가 어려운 환자 등에서 선호되고 있다. 따라서 NPD의 적용증은 1) 복암의 상승으로 인한 합병증이 있으나 혈액투석이 어려운 환자, 2) 고복막투과도에 의한 한외여과부전으로 인하여 CAPD 또는 CCPD를 지속할 수 없는 환자 등에서 적합하다 (Twardowski & Nolph, 1988).

야간 간헐적 복막투석 (nightly intermittent peritoneal dialysis; NIPD)은 야간에 복막투석 교환기를 사용해서 1~3 리터의 투석액으로 시행된다. 전체 투석시간은 하루 저녁당 8~12 시간으로 주당 56~84 시간이며 투석액 소모량은 하루 8~20 리터로 주당 56~140 리터를 사용한다. 투석시간 및 투석량은 환자의 복막투과도 특성에 따라서 조정할 수 있는데 투과도가 높을수록 저류시

Table 2. Infection rates of CCPD and CAPD groups

	CCPD	CAPD Spike	CAPD Y-set
Catheter infections			
Episodes/yr	0.5	1.2	0.8
Interval*	1q 25	1q 10	1q 10
Peritonitis			
Episodes/yr	0.3	0.3	0.3
Interval*	1q 41	1q 9	1q 9

* Interval expressed as one episode every xx months.

Table 3. Peritonitis rates by pathogen based on type of peritoneal dialysis system

	Connect	Disconnect	APD
S. epidemidis*	0.85	0.55	0.20
S. aureus	0.23	0.15	0.07
Other gram-positive†	0.26	0.21	0.08
Gram-negative‡	0.30	0.23	0.02
Fungal	0.02	0.04	0.01
Polymicrobial†	0.21	0.05	0.08
No growth	0.23	0.23	0.12

Note. data are given as number of episodes per patient-year, * P<0.05, APD disconnect, APD connect, and disconnect connect, †P<0.05, APD disconnect and APD connect, ‡P<0.05, APD connect and disconnect connect.

간을 낮추고 매 주기당 투석액의 량을 낮춘다 (Nolph *et al*, 1992).

NPD의 단점은 투석치료 중 활동에 제한이 있고 교환기가 필요하다는 점이다. 저복막투과도의 환자에서는 투석시간이 과도하게 길어져서 CAPD에 비해서 비용이 많이 들 수 있고 부적절한 나트륨균형으로 인해서 조갈증 및 혈압조절이 잘 안될 수 있는데 이는 solute sieving에 의해서 한외여과액의 나트륨의 농도가 낮아지는 이유 때문이다.

복막염의 예방효과

과거 수년간 복막투석 환자에서 복막염의 발생율의 현저한 개선이 있었으나 아직까지 복막투석 환자의 가장 중요한 기술생존율의 저하요인으로 복막염을 꼽고 있다. 복막염 발생률의 감소는 주로 복막투석 기술의 변화라기보다는 복막투석 연결장치의 개선에 의한 기여가 크다고 본다. 과거에 비해서 접촉성 감염에 기인된 *S. epidermidis*의 감소가 복막염 감소의 주된 요인으로 이는 분리형

Table 4. Incidence of peritonitis and exit infaction(Yonsei Medical Center)

	Before APD	After APD
Peritonitis(episodes/patient/year)	0.59	0.19 *
Exit infection(episodes/patient/year)	0.25	0.23

*: P<0.05 vs. Before

장치 (disconnect system)를 사용하면서 더욱 현저히 나타나고 있다.

APD를 사용하는 환자를 대상으로 조사한 복막염 발생빈도를 보면 연결형 장치를 사용하는 환자군은 물론 Y형 분리장치를 사용하는 환자군에 비해서도 더욱 복막염의 빈도가 낮은 양상을 보이는 데 모든 군주에서 연결형 또는 분리형에 비해서 APD에서 감염율의 감소를 볼 수 있으나 특히 *S epidermidis*에 의한 복막염의 발생빈도의 감소가 현저함을 볼 수 있으며 (Holley *et al*, 1990; Edward *et al*, 1995; De Fijter *et al*, 1992) (Table 2, 3), 저자 등의 분석결과도 CAPD에 비해서 APD에서 복막염의 발생빈도가 낮음을 확인 할 수 있었다 (이인희 외, 1997) (Table 4).

APD 환자에서 이와 같은 복막염의 감소이유로는 1) “flush before fill”에 의한 오염의 감소 2) 분리형 장치와 마찬가지로 출구손상이 적기 때문에 도관감염 기회가 낮은 점 (Holly *et al*, 1990)

(Table 2) 3) 연결관의 연결 및 분리횟수의 감소로 인한 접촉 감염 기회의 감소 4) 연결작업을 편안하고 동일한 장소에서 수행함으로 인한 안전성 5) 주간에 복강내에 투석액을 주입하지 않기 때문에 복강내의 방어기전의 향상 (De Fijter *et al*, 1992) 6) 야간의 연결시간의 복강내의 macrophage는 희석되지 않은 상태로 특히 투석액에 의한 독작용의 영향이 없는 상태에서 투석액이 주입됨으로 해서 오염이 된다 해도 방어기전이 충분히 작용한다는 점 등을 들 수 있다 (Goldstein *et al*, 1984; De Fijter *et al*, 1994; Peterson *et al*, 1981).

복압상승으로 인한 합병증의 예방효과

복막투석환자에서 복강내에 투석액의 주입으로 인한 복압상승은 CAPD의 중요한 실패요인이 된다. 복강내의 투석액의 용량(Vip)과 복압(IAP) 간에는 양의 상관관계가 있으며 특히 환자의 자세에 따라 곡선의 기울기가 변해서 같은 용량의 투석액에서도 누운 자세에서 복압이 가장 낮은 반면에 기립에서 더 높아지고 앉은 자세에서 복압이 가장 높아지는 것으로 알려져 있다 (Gotloib *et al*, 1981; Twardowski *et al*, 1983) (Figure 7). CCPD에서는 CAPD와는 달리 야간에 높은 용량의 투석액 교환을 하고 낮에는 2 L이하의 낮은 용량인 체중 Kg 당 28 ml으로 주간에 사용하는 투석액을 제한할 때 이와 같은 복압상승으로 인한 합병증인 탈장 등을 예방할 수 있다. 복압상승으로 인한 합병증의 발생 위험요인이 있거나 투석초기에 복압상승으로 인한 증상이 있는 환자는 주간의 투석액 용량을 25~35% 감소시키는 것이 바람직하다. CAPD환자에서 APD환자에 비해서 복부탈장의 발생빈도가 높아서 그 발생빈도가 전자는 9~24%인데 반해서 후자는 2~3%에 불과하다 (Digenis *et al*, 1982).

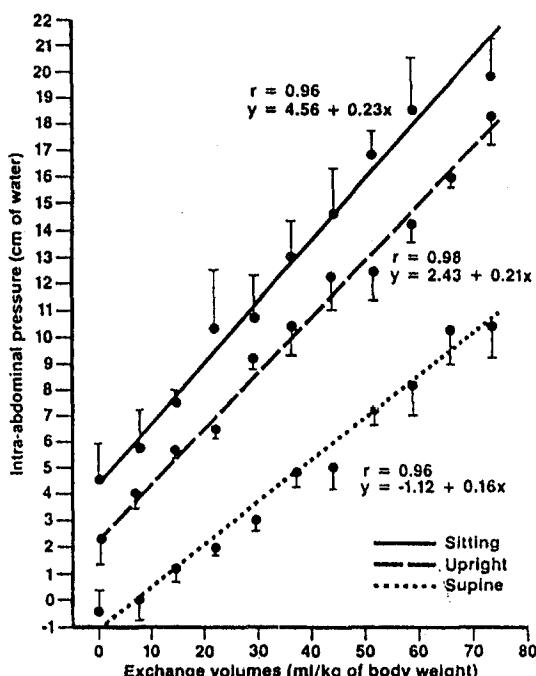


Figure 7. Comparative effect of dialysate volume and patient position on intra-abdominal pressure. Means \pm SEM [14].

결 론

자동복막투석 방법은 말기신부전증의 중요한 치

Table 5. Characteristics of CAPD, CCPD, DAPD, NIPD and NTPD in adults

	CAPD	CCPD	DAPD	NIPD	NTPD
Regimen	Continuous	Continuous	Intermittend	Intermittent	Intermittent
Flow technique	Intermittent	Intermittent	Intermittent	Intermittent	Tidal
Method	Manual	Automated	Manual	Automated	Automated
Interrupted day	Yes	No or Yes	Yes	Yes	No
Interrupted night with possible alarms	No	No	No	No	Yes
Helper convenience	No	Yes or No	No	No	Yes
Travel convenience	Yes	No	Yes	Yes	No
Intraabdominal pressure with fluid	High	High	High	Low	Low
Leaks/hermis	Common	Common	Common	Rare	Rare
Nigh(Hr/24 hr)	8-10	8-10	0	8-12	8-11
Nigh(number of exchanges)	1	4-10	0	4-10	15-40
Night(exchange volume-L)	1.5-3.0	1.0-3.0	0	1.0-3.0	1.0-2.5
Nigh(reserve volume-L)	0	0	0	0	0
Daytime(hr/24 hr)	14-16	14-16	14-16	0	0
Daytime(exchange volume-L)	1.5-3.0	1.5-3.0	1.5-3.0	0	0
Daytime(number of exchanges)	4-5	1-3	4-5	0	0
Total volume(L/24 hr)	8.0-15.0	10.0-20.0	8.0-12.0	10.0-20.0	15.0-40.0
Preferred transport category	Average/low	Average/low	High	High/average	High/average
Glucose absorption/UF(g/L)	60-160	50-150	80-120	30-70	50-30
Na removal/UF(mEq/L)*	120-140	80-130	120-140	20-90	30-100
Blood pressure control	Easy	Easy	Easy	Less easy	Less easy
Preferred solution Na(mEq/L)	132	132	132	126-132	120-132

* :with dialysis solution sodium concentration of 132 mEq/L

료방법으로 정착되고 있을 뿐만 아니라 자동으로 야간에 투석을 할 수 있다는 장점과 낮 시간에 치료로부터 해방될 수 있고 환자가 정신적으로 신체적으로 또는 시각적으로 장애가 있는 경우 보호자가 간편한 조작을 통해서 투석이 가능하고 복막염 발생빈도를 낮출 수 있으며 복막이 고용질투과도의 특성을 가지고 있는 환자에서도 충분한 한외여과를 얻을 수 있다는 점 등이 장점으로 부각되고 있으며 CAPD에 비해서 여러 형태의 APD 투석방법의 임상적 특성은 Table 5와 같다 (Diaz-Buxo, 1989).

비교적 쉽게 CCPD를 시행할 수 있고 낮 시간을 활용할 수 있으며 합병증이 낮은 점 등은 환자의 삶의 질의 향상과 생산적인 사회생활로의 복귀에 기여할 수 있는 치료방법으로 기대되고 있다.

참고문헌

이인희, 노현진, 신석균 외: 지속성외래복막투석

환자에서 자동복막투석 시행 후 임상적 경과에 대한 연구. *대한내과학회지* 1997;53(S1):S392.

Brunkhorst R, Wrenger E, Krautzig S et al: Clinical experience with home automated peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1994;46(Suppl 48):S25-30.

Churchill DN, Taylor DW, Keshaviah PR, et al: Adequacy of dialysis and nutrition in continuous peritoneal dialysis: association with clinical outcomes. *J Am Soc Nephrol* 1996;7:198-207.

De Fijter CWH, Verbrugh HA, Oe LP et al: Peritoneal defence in continuous ambulatory versus continuous cyclic peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1992;42:947-950.

De Fijter CWH, Verbrugh HA, Oe PL, et al: Antibacterial peritoneal defence in automated peritoneal dialysis: advantages of tidal over continuous cyclic perito-

- neal dialysis? *Nephrol Dial Transplant* 1994; 9:156-162.
- Diazo-Buxo J: The place for automated peritoneal dialysis. *Adv Perit Dial* 1992;8: 98-101.
- Diaz-Buxo JA: Automated peritoneal dialysis therapies-patient selection and dialysis prescription. *Adv Perit Dial* 1989; 5:207-211.
- Diaz-Buxo JA: Current status of continuous cyclic peritoneal dialysis(CCPD). *Perit Dial Int* 1989;9:9-14.
- Digenis GE, Khanna R, Oreopoulos DG; Abdominal hernias in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Bull* 1982;2:115-117.
- Edward SM, Vonesh EF, Firanek CA; Peritonitis in an urban peritoneal dialysis program: an analysis of infecting pathogens. *Am J Kidney Dis* 1995;26:47-53.
- Goldstein CS, Bomalaski JS, Zurier RB, Neilson EG, Douglas SD: Analysis of peritoneal macrophages in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 1984;26:733-740.
- Gotloib L, Mines M, Garmizo L, Varka I: Hemodynamic effects of increasing intra-abdominal pressure in peritoneal dialysis. *Perit Dial Bull* 1981;1:41-43.
- Holley JL, Bernardini J, Piraino B: Continuous cycling peritoneal dialysis is associated with lower rates of catheter infections than continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis* 1990; 16:133-136.
- Keshaviah P: Adequacy of peritoneal dialysis: a review of quantitative and qualitative approaches. *Adv Perit Dial* 1982; 8:120-122.
- Misra M, Nolph KD, Khanna R: Will automated peritoneal dialysis be the answer? *Perit Dial Int* 1997;17:435-439.
- Nolph KD, Twardowski ZJ, Kshaviah PK: Weekly clearances of urea and creatinine on CAPD and NIPD. *Perit Dial Int* 1992;12:298-303.
- Peterson PK, Verhoef J, Schmeling D, Verhoef J, Quie PG: Kinetics of phagocytosis and bacterial killing by human polymorphonuclear leukocytes and monocytes. *J Infect Dis* 1977;136:502-509.
- Practice Guidelines of the National Kidney Foundation's Dialysis Outcomes Quality Initiative (DOQI): Adequate dose of peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis* 1997; 30(Suppl 2):S86-92.
- Twardowski ZJ, Prowant BF, Nolph KD, Martinez AJ, Lampton LM: High volume, low frequency continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1983;23:64-70.
- Twardowski ZJ, Nolph KD: Opinion Peritoneal dialysis-how much is enough? *Seminar Dialysis* 1988;1:75-79.
- Twardowski ZJ: New approaches to intermittent peritoneal dialysis therapies Nolph KD; *Peritoneal Dialysis*, Dordrecht, Kluwer, 1989, pp133-151.
- Twardowski ZJ: *Kinetics of APD*. Seventeenth Annual Conference on Peritoneal Dialysis. Denver, Colorado, 1997.
- U.S. Renal Data System. USRDS 1996 Annual Data Report, National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Bethesda, MD: NIH, April, 1996.
- Wrenger E, Krautzig S, Brunkhorst R: Adequacy and quality of life with automated peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 1996; 16(S1):S153-157.