

지속적 정정맥 혈액여과법 및 혈액투석법

경희대학교 의과대학 내과학교실

이 태 원 · 안 재 형

서 론

투석요법이 필요한 급성신부전 환자에서 혈압을 비롯한 혈액동학적 지표가 정상이면 일반 혈액 투석을 시행하고, 혈압이 낮은 경우 표면적이 작은 투석기 이용, 저혈류 투석, 초여과와 투석의 순차적 분리 시행, 고Na투석액, 탄산염 투석액, 또는 냉 투석액등을 이용하여 혈액투석을 시도하기도 하지만 시행상 많은 어려움이 있다.^{1, 2)} 특히 많은 급성신부전 환자에서 패혈증, 심근경색증, 성인호흡곤란증후군, 위장관 출혈 등 여러 장기의 장애가 동반되어 있으며 이들은 혈액동학적으로 대단히 불안정하여 일반 혈액투석을 시행할 수 없다. 또한 단백분해등 체내 이화작용이 심하여 정맥내 또는 경구 고영양요법이 필요한 경우가 많고 도파민등 수축 촉진제, 승압제, 항생제 투여가 필요한 관제로 다량의 수액 투여가 불가피한 상황이지만 일반 혈액투석으로는 요량감소 상태에서 이들을 모두 제거하기가 어렵다. 패혈증이나 외상등에 의한 단백분해작용의 증가시 질소혈증, 산혈증이나 고칼리혈증 등을 적절히 조정하기 위해서는 다량의 요소질소 그리고 소분자물질의 효율적 제거가 필요하나 일반 혈액 투석으로는 충분한 제거가 어렵다.

완속성의 지속적 신대체요법(Continuous Renal Replacement Therapy; CRRT)은 이러한 면에서 몇 가지 이점을 가지고 있다.³⁻⁹⁾

첫째, 혈액동학적으로 안정되어 있다. 이는 지속적으로 완속성의 한외여과가 이루어지고, 등장성 삼투압의 한외여과에 따른 혈장 채증전, 레닌-안지오텐신계의 안정과 세포외액 삼투압의 안정성에 의한다.

둘째, 체액제거가 용이하다. 지속적 한외여과는 폐부종액등 체내 과잉 체액을 쉽게 제거하고 영양요법이 나 약물요법을 용이하게 한다.

셋째, 요독의 지속적인 효율적 제거에 의해 질소혈

중 및 전해질, 산염기 장애의 교정이 쉽고 이를 안정된 상태로 유지할 수 있다. 특히 패혈성 속매의 혈관확장이나 말초혈관 투과성 증가의 원인이 되는 물질인 TNF α , IL-1, PAF등의 지속적 제거에 효율적이다. 더구나 CRRT는 복잡한 기계가 필요없이 비교적 쉽게 시행할 수 있다는 장점을 가진다.

CRRT는 이상 기술한 여러 이점으로 집중관리가 필요한 급성신부전 환자에서 가장 적합한 치료법으로 인정되고 있다. 본 치료법은 1977년 Kramer등이¹⁰⁾ 이뇨제에 반응하지 않는 부종환자에서 처음으로 지속적 동정맥혈액여과법을 이용한 이래 1980년대 중반이후 중환자실의 급성신부전 환자 치료에 주로 이용되고 있는데 현재까지는 여러 종류의 CRRT가 개발되어 시도되고 있다. 이들은 지속적 동정맥 혈액여과, 한외여과, 혈액투석과 지속적 정정맥 한외여과, 혈액여과, 혈액투석 등인데 최근의 경향은 혈액여과법보다는 혈액투석법이, 동정맥이용법 보다는 정정맥 이용법이 선호되는 경향이다. 그러나 이들중 어떤 치료법을 선택하는 것이 좋은가에 있어서는 일반적으로 어느 것이 좋을 수는 없고, 환자의 임상상태, 병원내 가용장비 유무, 의료진의 각 치료법에 대한 친숙도에 따라 결정되는 것이 바람직하다.

본 중설에서는 CRRT의 최근 경향인 CVVH와 CVVHD에 대해 간단히 기술하고자 한다.

지속적 정정맥 혈액여과법(CVVH)

1. 원리

지속적 혈액여과법은 CRRT중 가장 먼저 이용된 것으로 순수한 대류(convection)의 원리에 입각한 혈액정화법이며¹¹⁾ 이중 정정맥 이용법은 지속적 혈액여과시 정맥에 삽입된 도관으로부터 혈액펌프의 힘으로 혈액을 체외순환시키는 것이다. 혈액이 여과기를 통해 흐를때 혈액부와 여과부 사이의 막간 압력차에 의해

혈장내 수분이 고투과성막을 통해 여과되며 수분이 여과되면서 용해 되어있던 저분자 및 고분자물질도 함께 통과함으로써(convection) 혈액정화가 이루어지는 것이다.

지속적 혈액여과법에서 한외여과액은 저분자 및 증분자물질에 거의 완전히 포화되어 있다. 하루에 12-18L의 한외여과를 시행하는 경우 사구체 여과율로 따지면 8-14ml/분에 해당된다. 정정맥 이용법에서는 혈액펌프를 이용하여 혈류를 증가시킬 수 있어서 하루에 30L의 한외여과도 가능하나 이때는 다량의 보충액 투여가 필요하고 체액균형 유지가 어렵다는 문제점이 있다.

2. 혈관접근 및 혈액여과장치

CVVH의 혈관접근은 내경정맥, 쇄골하정맥, 대퇴정맥 등 비교적 큰 정맥에 이강도관을 삽입하여 이루어진다. 동정맥 접근법과 비교할 때 동맥천자의 필요성이 없으므로 출혈이나 혈전증 등 동맥천자와 관련된 합병증의 위험성이 없을 뿐 아니라 치료중 앉거나 몸을 비교적 자유롭게 움직일 수 있다.

동정맥 접근법시에는 동정맥압차에 의해 혈액이 체외순환되므로 심한 저혈압(평균 동맥압 60mmHg이하)에서는 혈류량 유지가 어려우나 정정맥접근법은 혈액펌프를 이용하므로 혈류를 최대 250ml/분까지 빠르고 안정되게 유지할 수 있으므로 심한 저혈압 환자에서도 시행가능하다는 이점이 있다. 또한 이는 혈액정체에 의한 혈액응고를 막는데도 도움이 된다. 그러나 연결관의 분리 또는 공기의 유출 등 혈액펌프 사용과 관련된 문제점이 있으며 이에 대한 적절한 예방 또는 경보장치가 필요하다.

CVVH의 혈액여과장치는 간단히 도식화하면 Fig. 1

과 같다. 혈액펌프를 이용하여 정맥도관으로부터 혈액이 여과막을 통해 흐르면서 한외여과가 이루어지는 것이다.

3. 혈액여과기(Hemofilter)

혈액여과기는 parallel plate(편평판) 혈액여과기와 hollow fiber 혈액여과기의 2종류가 있다(Table 1). 편평판 혈액여과기는 혈류저항성이 낮으므로 혈액펌프를 사용하지 않는 동정맥법에 유용하며 헤파린 필요량이 적다. 이 종류의 대표적 여과기로는 Hospal사의 AN69S가 있는데 이 여과기막은 확산능과 투과성이 높으므로 CRRT에 유용하다¹²⁾.

Hollow fiber 혈액여과기의 문제점은 혈액이 여과기를 통과함에 따라 정수압은 점차 감소되는 반면 한외

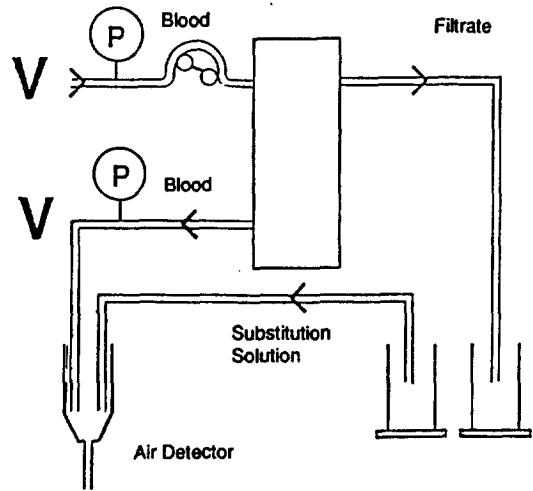


Fig. 1. Flow Diagram of CVVH Treatment.

Table 1. Selected Hemofilters in Current use for Slow Continuous Hemofiltration

Type	Source	Brand	Membrane	Surface area(m ²)	Priming volume
PP	Hospal	Hemospal	Polyacrylonitrile	0.50	60
HF	Asahi	PAN-50-p	Polycrylonitrile	0.50	50
HF	Amicon	Diafilter-10	Polysulfone	0.20	25
HF	Amicon	Diafilter-20	Polysulfone	0.25	27
HF	Fresenius	Ultraflux-400	Polysulfone	0.50	48
HF	Gambro	FH-55	Polyamide	0.60	43
HF	Gambro	FH-66	Polyamide	0.60	43
HF	Renal Systems	HF-250	Polysulfone	0.25	27
HF	Renal Systems	HF-500	Polysulfone	0.50	39

PP=paralle-plate hemofilter; HF=hollow-fiber hemofilter.

여과에 의한 수분제거의 결과로 삼투압은 점점 증가되면서 양자가 평형에 도달되면 한외여과가 중단되고 혈류의 저항성이 증가되면서 혈액응고가 쉽게 일어날 수 있다는 점이다¹³⁻¹⁵⁾. 이러한 문제점은 최근 길이가 짧고 단면적이 큰 여과기, 즉 혈류의 저항성을 줄여서 적은 동정맥압차에서도 혈류를 용이하게 한 여과기의 개발로 해결되었으며 최근 혈액펌프를 이용한 CVVH 시행시 이상의 문제점은 사실 큰 장애요인이 되지 못한다.

혈액여과막은 제조회사에 따라 다양한 재질의 여과막이 있으며, 여과막의 기능에 있어서는 수분투과성은 좋으나 확산능은 미미한 것(Amicon, Renal systems, Gambro)과 여기에 확산능력을 향상시킨 것(Hospal, Newer Gambro)의 2종류가 있다.

여과막의 표면적도 0.2-0.6m²으로 다양한데 일반적으로 혈압이 안정되어 있거나 혈액펌프를 사용하는 경우 표면적이 큰 여과기를 사용할 수 있으나 저혈압이 심한 경우에는 길이가 짧고, 단면적이 크며 표면적이 작은 혈액여과기를 이용하는 것이 바람직하다. 적절한 혈액여과기의 선택은 환자의 연령, 혈압등 임상적 상태, 혈액펌프의 가용성 여부, CRRT중 어느 치료법을 이용할 것인가에 따라 정하는 것이 좋다.

4. 보충액

CVVH시 하루에 최대 30L에 해당하는 다량의 체액이 제거되므로 체액의 균형을 유지하기 위해서는 혈장과 비슷한 조성을 가진 보충액이 적절히 투여되어야 한다¹⁶⁾.

1) 보충액의 조성

환자 개개인의 산염기 및 전해질 장애에 따라 적절히 조정된 보충액이 필요하다. 일반적으로 정상혈장과 비슷한 조성을 하고 있는데 기본 보충액공급의 한 예를 들면 4개의 1L백(0.9% NaCl 1L+10mEq CaCl₂, 0.9%, NaCl 1L+6mEq MgSO₄, 0.45% NaCl 1L+150mEq Na HCO₃)을 동일하게 정주하는 것이며 기타 여러 종류의 보충액이 이용된다.

2) 투여법

보충액 투여부위는 혈액여과기 위치를 기준으로 전회석법과 후회석법으로 나뉜다¹⁷⁾. 후회석법의 경우 하루에 10L 이상의 다량의 체액제거시에는 혈액여과기 내 수분이 빠른 속도로 제거되면서 혈액이 과다농축됨으로써 혈류 저항이 증가되어 혈류가 저하되고 그 결

과 충분량의 한외여과를 얻을 수 없고 혈액여과기가 쉽게 응고된다는 문제점이 있다.

반면 전회석법은 혈액이 여과기에 도달하기전에 보충액에 의해 희석되므로 후회석법의 혈액과다 농축에 의한 문제점이 해결되고 해파린 필요량이 줄어든다는 이점이 있다. 그러나 혈액여과기에서의 한외여과가 이미 희석된 혈액에서 일어나므로 한외여과액내 배설물질의 농도가 상대적으로 낮아서 세포외액의 용질청소율이 낮고 보충액이 낭비된다는 단점이 있다.

혈장 요소 청소율을 보면 후회석법의 경우 한외여과액내의 요소농도가 혈장내 요소 농도와 같기 때문에 혈장요소청소율은 한외여과량과 동일하며 전회석법의 경우에는 혈장요소청소율은 한외여과량×한외여과액내 요소농도/혈장내 요소농도에 의해 계산되는데 이는 대략 후회석법의 85% 정도에 해당된다.

기본적으로는 후회석법이 많이 이용되나, 하루에 10L 이상의 한외여과가 필요하거나 Hct치가 35% 이상으로 혈액점도가 높은 경우에는 전회석법이 권유된다.

3) 제거된 치료약제의 보상

혈액여과시 혈장내의 약물도 여과되어 체내에서 제거되므로 이에 따른 적절한 보상이 필요하다. 한외여과액내 약제의 농도는 약제의 혈장농도와 단백결합 정도에 의해 결정된다. 신기능이 없는 급성신부전 환자의 경우 약제의 투여용량은 하루에 10L의 한외여과시행시 사구체여과율이 7ml/분인 신부전 환자에 준하면 된다.

5. 한외여과량과 보충액량의 결정

1) 한외여과량의 결정

한외여과량은 환자에서 유지하고자 하는 BUN치와 환자의 요소질소생성량과 잔여신기능의 정도에 따라 정해지는 필요 혈장요소청소율을 계산하여 구한다¹⁷⁾.

예) 부종이 심한 무뇨의 패혈증성 급성신부전 환자(신장 170cm)에서 첫날의 체중 70kg(건조체중 60kg), BUN 50mg/dl이고, 이튿날의 체중 74kg, BUN 76mg/dl이었을 때 이 환자에서 BUN을 75mg/dl로 유지하는데 필요한 혈장요소 청소율을 계산해 보면 다음과 같다.

① 환자의 일간 체내 총요소질소량의 변화는 15g이 되는데 이는 다음의 계산에 의한 것이다.

	제 1 일	제 2 일
체내총수분량	$60 \times 0.6 + 10$ = 46L	$60 \times 0.6 + 14$ = 50L
체내총요소질소	$46L \times 0.5g/L$ = 23g	$50L \times 0.76g/L$ = 38g

② BUN을 75mg/dl로 유지하는데 필요한 혈장 요소 청소율은 요소질소생성량, 혈장 요소질소청소율과 BUN치와의 관계를 표시하는 Fig. 2에서 구하거나 혈장요소청소율 = 요소질소생성량/BUN의 공식에서 구할 수 있는데 각각 20L/일 값을 얻을 수 있다. 결국 이 환자에서 BUN을 75mg/dl로 유지하려면 하루에 20L의 한외여과량이 있어야 하고(후회석법시), 전회석법 이용시에는 여기에 10-20%의 한외여과량을 증량한다.

③ 만약 잔여신기능이 있다면 그 정도에 따라 한외여과량을 줄일 수 있다. 예를 들어 24시간 요중 요소질소 배설량이 3g이라면 잔여 신요소청소율은 $3.0g / d \div 0.75g/L = 4L/일$ 이 되므로 후회석법시 16L, 전회석법시에는 18-19L의 한외여과량을 유지하면 된다.

일반적으로 본 예의 경우와 같이 단백분해작용이 활발하고 잔여신기능이 거의 없다면 하루에 15-25L 이상의 혈장요소청소율이 필요하나 그렇지 않은 경우에는 하루에 5-10L의 혈장요소청소율 정도면 충분하다.

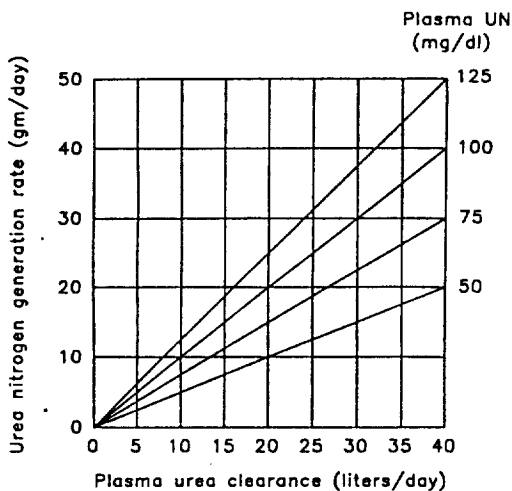


Fig. 2. Relationship between the total (residual renal plus extracorporeal) plasma urea clearance, plasma urea nitrogen (UN) level, and urea nitrogen generation rate.

분하다.

2) 한외여과량의 조정

한외여과량의 조정에는 10L/일 이하의 한외여과량 필요시 비중법이, 10-20L/일의 한외여과량 필요시 펌프법이 주로 이용된다. CVVH시 한외여과량을 늘리기 위해서는 전회석법을 이용하면서 한외여과부위에 흡입압을 가하거나, 표면적이 넓고 투과성이 좋은 혈액여과기를 사용하고, 혈류량을 늘여서 막간압력차를 높이는 방법을 이용한다.

3) 보충액량의 결정

보충액량은 필요 한외여과량에서 제거가 필요한 체내의 과잉체액량과 투여가 필요한 영양수액 또는 약물의 양을 더한 값을 양으로 정한다.

실제 보충액의 투여는 전시간동안의 한외여과량을 기준으로 정주펌프를 이용하여 결정된다.

6. 항응고법

CRRT에서 항응고요법의 목적은 전신적 항응고 작용은 최소화하면서 여과기 내에 최대한 항응고효과를 얻는 것이다. 과다한 항응고요법은 출혈의 위험성을 증가시키며 불충분한 항응고요법은 여과기의 조기응고를 일으킨다^{17,18}. 항응고는 혈액여과기에 헤파린 2000U를 우선 주입하고 혈류개시시킨 후 헤파린을 500U/h의 속도로 서서히 지속적으로 주입시키는 것이 가장 기본적인 방법이다¹⁷. 헤파린 용량의 조절은 동정맥혈에서 각기 partial thromboplastin time (PTT)을 측정하되 동맥혈 PTT를 40-45초 범위에서 유지하고 이 범위를 벗어날 경우 100U/h씩 증감한다. 정맥혈 PTT는 65초 이상을 유지하되 65초 미만이면 동맥혈 PTT가 45초 미만인 경우에는 100U/h증량한다.

헤파린 투여량은 혈소판 감소증이나 간질환, 출혈성 경향을 가진 사람, 최근의 출혈이나 수술 환자에게 감량 또는 중단하여야 한다. 출혈성 소인이 있는 환자에서 헤파린투여량을 줄이기 위한 방법으로는 여과기 사용전 충분한 헤파린 처리, 가능한 한 혈류량의 최대화, 전회석법에 의한 보충액 투여, 여과기의 잦은 식염수 세척, 회석된 헤파린 사용등의 방법이 있다. 반면 Hct가 높거나 한외여과분획(한외여과량/혈장류량)이 높은 경우에는 헤파린 용량을 늘려야 한다. 여과기의 사용기간을 늘리고 항응고제 투여량을 줄이기 위해서는 여과분획은 20% 미만으로 유지하는 것이

바람직하며 이렇게 하기 위해서는 빠른 혈류를 유지하여야 한다. 혈액여과기의 응고는 한외여과속도의 감소 시 의심하여야 하는데 이때는 여과분획을 줄이고 후회석법 사용시에는 전회석법으로 바꾸는 것이 좋다.

지속적 정맥 혈액투석법

1. 원 리

정맥 도관으로부터 혈액펌프에 의해 혈액이 투석기를 통해 흐르는 한편, 투석액이 혈류와 반대방향으로 투석기를 통해 흐르면서 확산과 추가적인 초여과가 지속적으로 이루어지는 치료법이다⁹⁾.

본 치료법에서의 요소청소율은 혈류 100-150ml/분, 투석액류 16ml/분(일반혈액투석의 3%)이면서 한외여과량을 3-6L/일(2-4ml/분)로 유지하는 환자의 경우를 예로 보면, 출구부 투석액은 요소에 100% 포화되므로 확산성 요소청소율이 16ml/분이고 한외여과액 또한 요소에 100% 포화되므로 추가 요소청소율이 2-4ml/분이어서 총 요소청소율은 18-20ml/분으로 26-29L/일에 해당된다. 하루에 26-29L의 요소청소율은 단백 분해 작용이 활발한 대부분의 급성신부전 환자에서 질소혈중 조절에 충분한 양이다. 이때 요소의 체내분포 용적을 40L라 한다면 $Kt/V=28/40$

$=0.7$ 정도가 된다¹⁷⁾.

이혈류는 혈액펌프를 이용하며 250ml/분까지 높일 수 있고, 투석액류는 34ml/분 이상까지 증가시킬 수 있는데 투석액류 26ml/분까지는 요소에 100% 포화되고 34ml/분의 투석액류에서의 요소포화도는 약 85% 정도이다(Fig. 3). 혈류와 투석액류를 적절히 늘림으로써 요소청소율을 증가시킬 수 있는데 몇가지 CRRT에서의 일반적인 혈류, 투석액류 및 요소청소율은 Fig. 4와 같다. 한외여과량은 투석액 유출량에서 유입량을 뺀 양으로 유입량과 유출량의 조정에 의해 한외여과량도 조정 가능하다. CVVHD는 실제로 있어

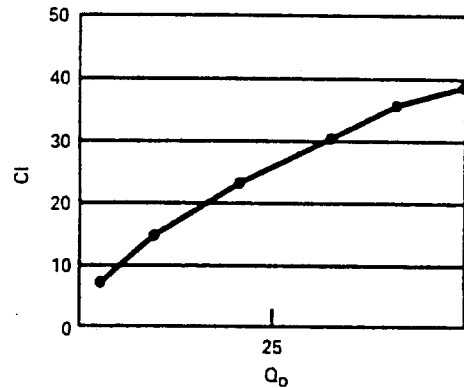
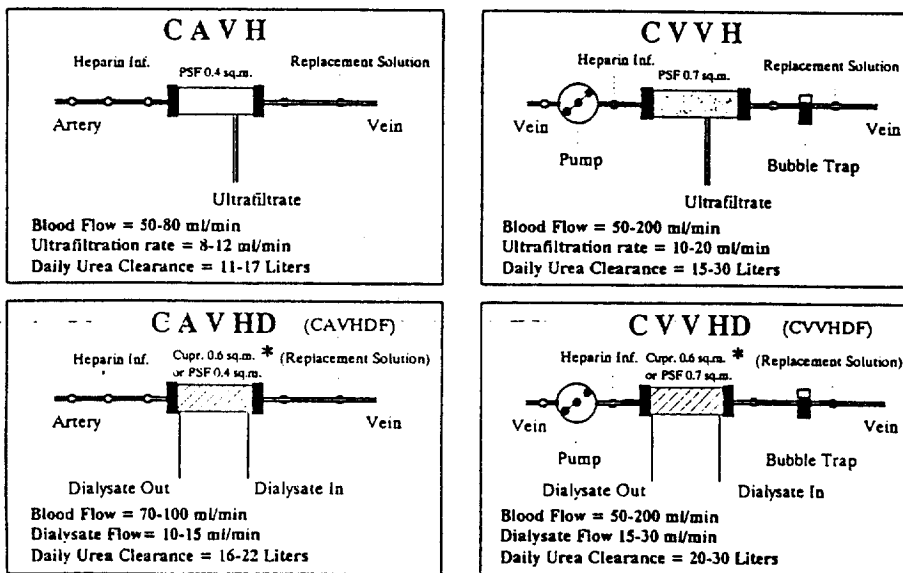


Fig. 3. Urea clearance as a function of dialysate flow rate.



* Replacement solution is only needed when highly permeable membranes are used. In this case the treatment is named continuous hemodiafiltration (CAVHDF-CVVHD)

Fig. 4. Possible techniques to increase efficiency of continuous renal replacement therapy.

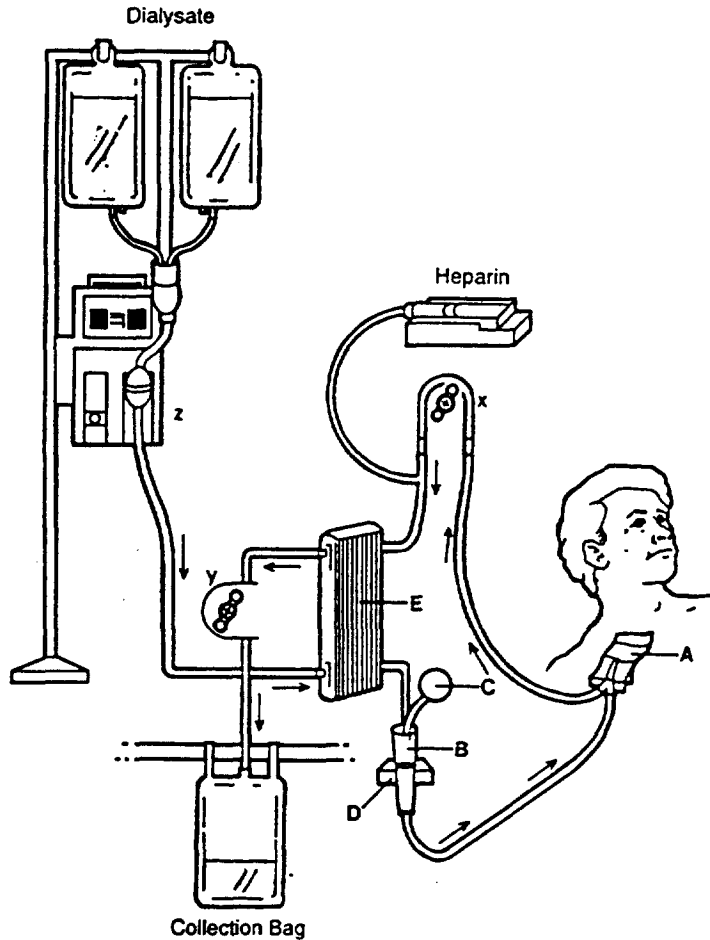


Fig. 5. Circuitry for CVVHD.

- | | |
|---|---------------------------|
| A : Double-lumen subclavian vein access | B : Venous air trap |
| C : Venous pressor monitor | D : Air detector |
| E : Hemodialyzer | X : Roller blood pump |
| Y : Dialysate outflow pump | Z : Dialysate inflow pump |

서 CRRT중 가장 높은 요소청소율을 보인다.

2. 혈관접근 및 혈액투석장치

CVVHD의 혈관접근은 CVVH와 동일하며 혈액투석장치는 Fig. 5와 같다.

3. 혈액투석기

CVVHD에서 성능이 좋은 다양한 parallel plate 또는 hollow fiber 혈액투석기가 이용된다(Table 2).

몇몇 투석기에서의 표면적과 막 재질에 따른 요소청소율은 Table 3과 같다.

4. 투석액

1) 조성

Baxter사의 CAVHD 투석액이나 상용의 5L 용량 복막투석액을 이용할 수 있다. 각 투석액의 조성은 Table 4와 같다¹⁷⁾. 복막투석액의 경우 당농도(1.5-4.25%)에 따라 하루에 1300-2400KCal가 섭취되는데 투석액과 혈액간의 당농도차는 급격히 손실되므로 당농도차에 의한 삼투성 초여과는 일어나지 않는다.

2) 투석액 유입속도의 결정

투석액 유입은 하루에 약 10-30L 정도로 조정가능

Table 2. Some Dialyzers Used for Slow Continuous Hemodialysis

Membrane material	Type	Model	Surface area
Cuprophane	Flat plate	Lundia IC-5H(CGH Medical Inc., Denver, CO)	1.1m ²
Polysulfone	Hollow fiber	F-8(Fresenius AG, Bad Homburg, Germany)	1.8m ²
	Hollow fiber	Renaflor HF-500(Renal Systems, Minneapolis, MN)	0.5m ²
Polyacrylonitrile	Hollow fiber	Multiflow 60(CGH Medical Inc., Denver, CO)	0.6m ²
	Flat plate	Hemospal AN69S(CGH Medical Inc., Denver, CO)	0.5m ²

Table 3. Urea Clearance of Several Dialyzers(Q_D = 15ml/min)

Surface area m ²	Membrane	Clearance ml/min
0.6	Regenerated cellulose	13.3
0.9	Cellulose acetate	14.2
0.5	AN69S plate	16.9
0.25	Polysulfone	9.6
0.5	Polysulfone	11.3

Table 4. Dialysate Composition (mEq/L) for Use in Continuous Hemodialysis

Solute	Baxter CAV-HD dialysis fluid	Dianeal(1.5%) (Baxter, Inc.)
Sodium	140	132
Calcium	3.5	3.5
Potassium	2.0	0
Magnesium	1.5	1.5
Chloride	117	102
Lactate	30	35
D-glucose	100mg/dl	1360mg/dl

Table 5. Technical Equipment for Extracorporeal Continuous Renal Replacement Therapy

	CAVH	CAVHD	CVVH	CVVHD
Blood pump	—	—	yes	yes
Pressure alarm	—	—	yes	yes
Air detector	—	—	yes	yes
Filtrate pump	maybe	yes	yes	yes
Dialysate-In pump	—	yes	—	yes
Repl. fluid pump	yes	—	yes	—

한데 유입 속도의 조절은 환자의 잔여신기능과 단백질 해작용의 정도(요소질소 생성량)에 따라 결정되고 계산 방법은 CVVH에서 한외여과량 결정과 비슷한 방법에 의한다¹⁷⁾. 즉, 우선 요소질소생성량을 계산하고 원하는 BUN치를 유지하는데 필요한 혈장요소 청소율을 계산하면 된다. 예를들어 원하는 BUN치가 75mg/dl이고 이에 필요한 혈장요소 청소율이 20L/d라 할 때 유출투석액이 요소에 100% 포화되어 있다면 투석액 유출량은 20L/d이어야 하고 하루중 투석액 유입량은 20L에서 체내제거 체액량과 정주 수액량을 빼 량이 된다.

5. 펌프

지속적 정정맥 신대체요법에 필요한 펌프중 현재 많이 이용되는 것은 Hospal사의 BSM-22와 Baxter사의 BM-11이 가장 대표적인 것이다.

Hospal사의 BSM-22 펌프는 2개의 로울러 펌프로 이루어져 있는데 하나는 혈액펌프로서 150-250ml/분의 혈류조정이 가능하며 정맥선쪽에 정맥압모니터와 공기탐지기가 있으며 또 하나는 투석액 유출선쪽의 펌프로 투석액유출속도를 조정한다. 여기에 추가로 투석액 유입선쪽에 펌프가 필요하다.

CRRT의 각 치료법에서 펌프등 장비의 필요여부는 Table 5와 같다.

6. 항응고법

헤파린법은 CVVH시와 동일하다. 헤파린 비사용법의 경우 간질환, 헤파린에 의한 저혈소판증, 최근의 수술 또는 출혈환자등에서 헤파린을 사용하지 않고 CVVHD를 시행할 수 있다. 이때는 투석기가 잘 응고되므로 자주 갈아야 하며 투석기 응고에 의한 청소율 감소를 보상하기 위해서는 투석액 유입속도를 증가시

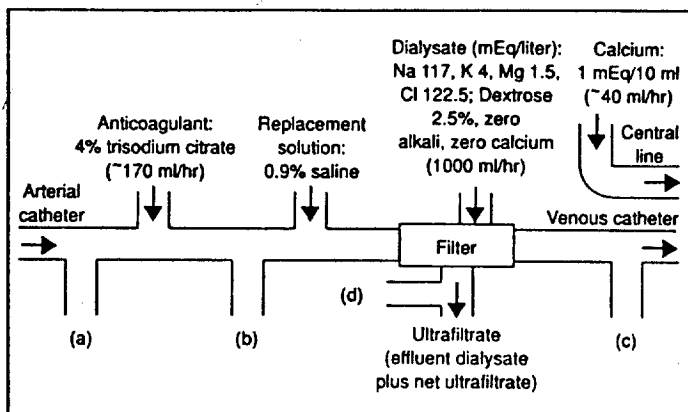


Fig. 6. Circuit diagram for regional citrate anticoagulation.

킨다. 헤파린을 쓰지않는 경우 응고기전에 장애가 없다면 대개 8시간내에 투석기가 응고된다.

CVVHD시 투석기가 응고될 경우 초여과 속도가 감소되나 그 정도가 대단히 미미하므로 잘 살펴보거나 생화학적 검사를 정기적으로 시행하여야 한다. 응고가 일어나게 되면 유출 투석액의 요소질소 농도와 유입 혈액내의 요소질소 농도의 비가 1이하로 저하되며, 만약 0.6이하로 저하되면 3-4시간내에 완전한 응고가 일어날 것임을 시사한다.

최근 사이트레이트 항응고법이 CVVHD시의 유망한 항응고법으로 시사되고 있는데²⁰⁾ 특히 헤파린에 의한 저혈소판 혈증시 적용가능하며 헤파린 보다 출혈의 위험성이 적고 투석기의 수명이 연장될 수 있다(Fig. 6).

REFERENCES

- 1) Knochel J: Biochemical, electrolyte and acid-base disturbances in acute renal failure. In: Brenner BM, Lazarus JM(eds). Acute Renal Failure. Philadel: W.B. Saunders Co., pp568-585, 1983
- 2) Lien J, Chan V: Risk factors influencing survival in acute renal failure treated by hemodialysis. Arch Intern Med 145 :2067, 1985
- 3) Henderson AE, Donald LL, Levin NW: Clinical use of Amicon diafilter. Dial Transplant 12 :523-525, 1983
- 4) Synhaivsky A, Kurtz SB, Wochos DN: Acute renal failure treated by slow continuous ultrafiltration: Preliminary report. Mayo Clin Proc 58 :729-733, 1984
- 5) Lauer A, Saccaggi A, Ronco C: Continuous arteriovenous hemofiltration in the critically ill patient. Ann Intern Med 99 :455-460, 1983
- 6) Kaplan AA, Longnecker RE, Folbert VW: Continuous arteriovenous hemofiltration-A report of six months experience. Ann Intern Med 100 :358-367, 1984
- 7) Paganini EP, O'Hara P, Nakamoto S: Slow continuous ultrafiltration in hemodialysis resistant oliguric acute renal failure patients. Trans Am Soc Artif Intern Organs 30 :173-177, 1984
- 8) Kramer P, Kaufhold G, Grone HJ: Management of anuric intensive-care patients with arteriovenous hemofiltration. Int J Artif Organs 3 :225-230, 1980
- 9) Kramer P, Bohler J, Kehr A: Intensive care potential of continuous arteriovenous hemofiltration. Trans Am Soc Artif Intern Organs 28 :28-32, 1982
- 10) Kramer P, Wigger W, Rieger J, Matthaer D, Scheler F: Arteriovenous hemofiltration: A new and simple method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. Klin Wschr 55 :1211, 1977
- 11) 김현철 : 지속적 동정맥 혈액여과법. 대한신장학회지 11 (부록 6호): S-128-134, 1992
- 12) Ronco C, Brendolan A, Bragantini L, et al: Continuous arteriovenous hemofiltration with AN69S membrane; Procedures and experience Kidney Int 33 (Suppl 24):150-153, 1988
- 13) Ronco C, Brendolan A, Bragantini L, et al: Studies on blood flow dynamic and ultrafiltration kinetics during continuous arteriovenous hemofiltration.

Blood Purif 4 : 220, 1986

- 14) Golper TA, Ronco C, Kaplan AA: *Continuous arterio-venous hemofiltration: Improvements, modifications and future directions. Seminars in Dialysis* 1 : 50-54, 1988
 - 15) Ronco C, Brendolan A, Bragntini L, et al: *Technical and clinical evaluation of a new polyamide hollow fiber hemofilter for CAVH. The Int J of Artif Organ* 11 : 33-38, 1988b
 - 16) Kramer P, Lcbrader J, Bobnsack W, Grieben G, Grone HJ, Scheler F: *Continuous arteriovenous hemofiltration: A new kidney replacement therapy. Proc EDTA* 18 : 743, 1981
 - 17) Sigler MH, Teehan BP, Daugirdas JT, Ing TS: *slow continuous therapies. In: Daugirdas and Ing (eds). Handbook of dialysis. New York: Little Brown Co., pp169-197, 1994*
 - 18) Lauer A, Saccggi A, Ronco C, Belledonne M, Glabman S, Bosch JP: *Continuous arteriovenous hemofiltration in the critically ill patient. Ann Intern Med* 99:455, 1983
 - 19) Schneider NS, Geronemus RP: *Continuous arteriovenous hemodialysis. Kidney int* 33 (Suppl 24):S-159-162, 1988
 - 20) Mehta RL, McDonald BR, Aguilar MM, Ward DM: *Regional citrate antdicoagulation for continuous arteriovenous hemodialysis in critically ill patients. Kidney Int* 38 : 981, 1990
-