

# 인공투석의 방법

우 해 주

(중앙의대 용산병원 인공신장실 수간호원)

이미 앞 장에서 항상성의 유지와 투석의 원리에 대하여 서술되었으므로 본 장에서는 인공투석의 방법을 다루고자 한다.

1980년 통계에 의하면 전세계적으로 약 150,000명이 투석 요법을 받고 있으며, 우리나라는 1980년 이후부터 혈액투석 환자수가 급격히 증가하여 1986년 현재 약 2,500명이 혈액투석을 받고있고 인공신장실의 수도 현저히 증가하는 추세이다. 인공신장기는 여러 원인들에 의해 초래된 급, 만성 신부전의 치료 및 독성물질 증독시 응급치료로서 사용되어지는 인공장기로써 다음의 구체적 내용을 소개하고자 한다.

과 같고 기능적으로 다음의 세부분으로 나눌 수 있다.

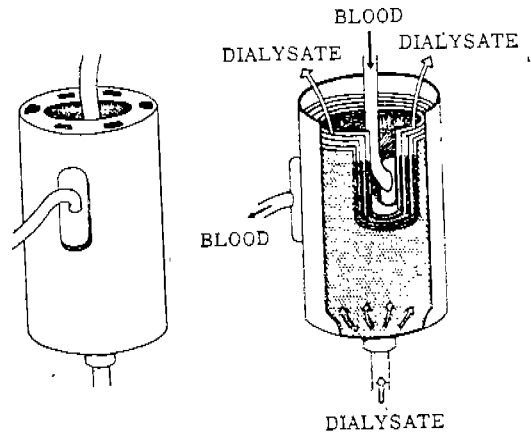


그림 2. coil dialyzer

## I. 인공신장기

인공신장기의 구조를 간단히 그려보면 그림 1

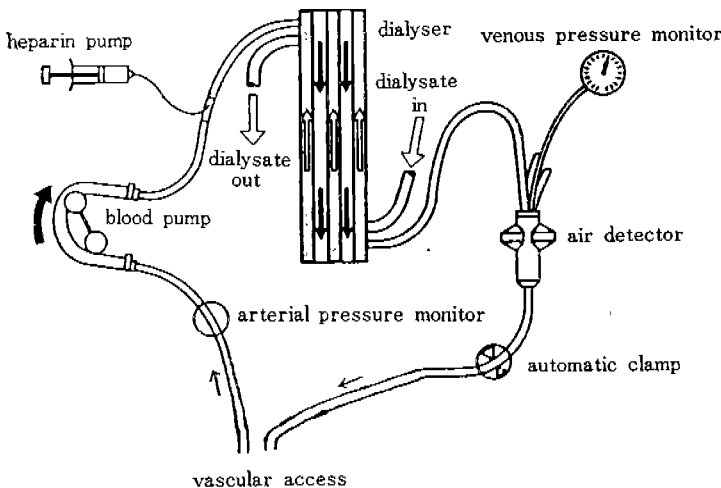


그림 1. 혈액투석기의 원리

### 1. 투석막(Membrane)

투석막의 총 표면적은 0.6~2.0m<sup>2</sup>이며 인간의 신사구체 면적과 비슷하다. 투석막으로 cellulose acetate나 cuprophane이 주로 쓰이고 있으며 모양 및 구조에 따라 다음의 세가지가 있다.

#### 1) Coil형 dialyzer(그림 2)

두루마리 모양이며 막속으로 혈액이 지나고, 그 주위 나선으로 투석액이 재순환되는 형태이다. 내부저항이 높아 초여과(ultrafiltration)가 크며, 압력과 다량의 혈액양 때문에 혈액손실이 많고, 음압을 걸 수 없는 단점이 있다.

특징 : 생명기기와 간호 IV

2) Parallel plate dialyzer(그림 3)

샌드위치 처럼 막이 여러층으로 배열되어 있으며 투석액이 막의 바깥쪽으로 흐른다. 혈류에 대한 저항은 코일형보다 훨씬 적다.

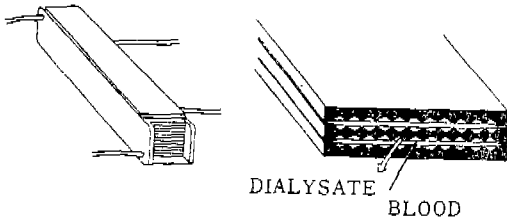


그림 3. Parallel plate dialyzer

3) Hollow Fiber(그림 4)

외경이 200micron에서 300micron, 두께가 10 micron 정도 되는 무수한 섬유다발 속으로 혈액이 지나가고, 원통안에 투석액이 흐르는 형태로서, 작고 가벼우며 혈류에 대한 저항도가 낮고, 초여과도 정밀하게 조절할 수 있으므로 최근 가장 많이 쓰이고 있다. 혈액통로가 극히 작으므로 혈액응고가 문제될 수 있어 투석치료를 하는 동안 철저한 항응고 처치가 필요하나 priming volume이 적은 장점이 있다.

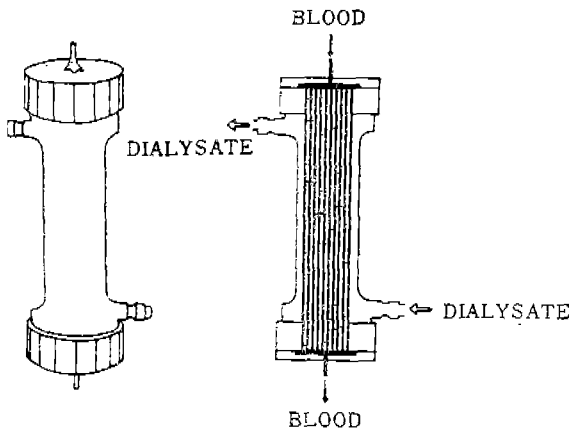


그림 4. Hollow Fiber dialyzer

2. Blood compartment

1) 혈관(vascular access)

Shunt와 fistula는 환자를 인공신장기에 쉽게 연결하기 위한 혈관성혈술이다. 과거에는 shunt가 주로 쓰였으나 지금은 급성, 또는 단기투석 환자에게만 쓰이고 만성, 또는 장기환자일 경우 fistula가 널리 쓰인다.

(1) Percutaneous emergency access

대퇴부 정맥 카테타와 쇠골하 정맥 카테타가 있다. 대퇴부 정맥 카테타는 24시간에서 72시간 까지 쓸 수 있으며 조작이 쉽고 합병증이 적다. 그러나 쇠골하 카테타는 삽입후 1주이상 3주까지 쓸 수 있으나 기흉, 혈흉등의 심각한 합병증이 올 수 있으므로 주의하여야 한다.

(2) External arteriovenous shunts

종류에는 Scribner shunt(그림 5), Thomas shunt, Allen Brown shunt, Buselmeier shunt 등이 있다. shunt는 환자에게 불편감을 주며 응고가 잘 일어난다. 피부로 들어가는 곳은 감염의 위험성이 높고 연결부분이 빠질 사고의 우려

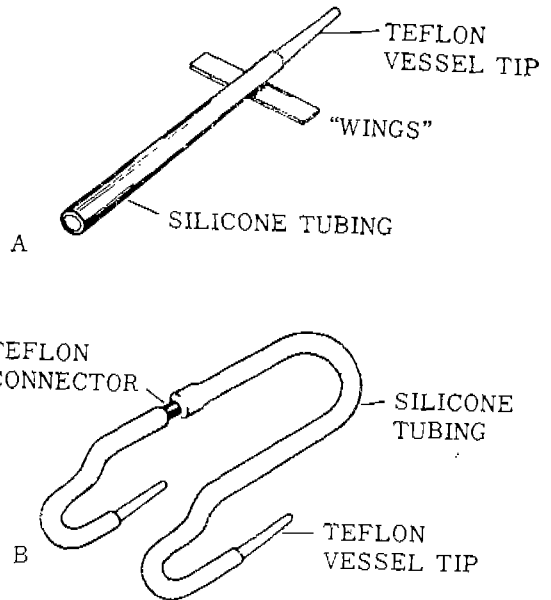


그림 5. (A) Straight and (B) curved Scribner shunts

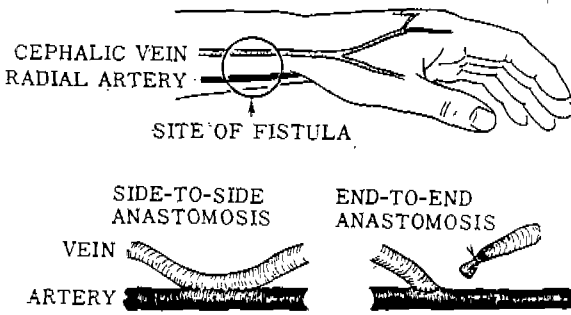


그림 6. Internal A-V fistula

가 있다.

(3) Internal Arteriovenous fistula(그림 6)

주로 radial artery와 cephalic vein을 문합하여 사용한다. 목욕이나 수영등을 자유스럽게 할 수 있어 일상생활에 제한을 받지 않으며 감염과 응고가 적게 생기므로 오랫동안 쓸 수 있는 반면, 매 투석시 바늘을 찔러야 하는 단점이 있다.

Fistula 형성 수술후 4~5일간은 신생혈관 누공 형성을 위하여 어떠한 압박도 주어서는 안되며, 1주일이 경과하면 1회 30분씩 여러번에 걸쳐 상박에 지혈대를 가볍게 감은 후, 고무공을 이용하여 운동을 시킨다. 또한 더운물 찜질을 해주어 혈관이 쉽게 자랄 수 있도록 한다. 매 천

자시 충분히 피부를 소독하고 부위선택에 있어서 전천자 부위로 부터 1~2cm 이격시켜 피부와 혈관치유에 도움이 되도록 한다. 일반적으로 잘 형성된 혈관과 심부에 위치한 혈관이 좋다.

(4) Vascular graft

기왕의 vascular access의 기능이 소실되고, 새로 만들기 어려울 때 혈관 이식을 실시할 수 있다. 그 재료로는 자가이식(autogenous saphenous vein), 우경동맥 이식(Bovine carotid artery), 합성섬유인 Dacron, PTEE(poly tetra fluoroethylene) 등을 이용할 수 있다.

2) 항응고법(Anticoagulation)

체외로 혈액을 순환시키지 위하여는 항응고법이 반드시 필요하다. 그중 heparin을 이용하는 항응고법이 주로 쓰이고 있는데 지속적(systemic)과 국소적(regional) 방법이 있다.

(1) 지속적 헤파린 주입법(systemic heparinization)

환자가 필요로 하는 헤파린 양은 대충 kg당 100단위로 결정하나, Lee-white clotting method나 APTT(activated partial thromboplastin time) 등에 의해서 보정한다. 초기 헤파린 양은 2000단위를 한번에 주입하고, 시간당 헤파린 양은

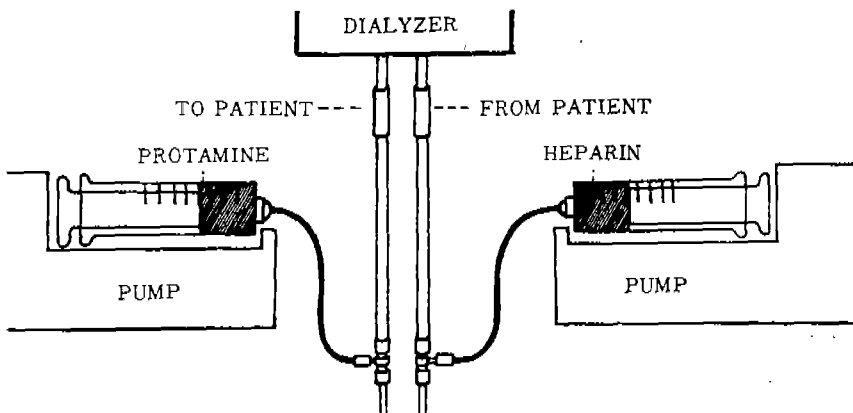


그림 7. Regional heparinization

clotting time에 의해 결정하여, 간헐적 또는 infusion pump를 이용하여 지속적으로 주입한다.

(2) 국소적 헤파린 주입법(regional heparinization)(그림 7)

동맥회로(arterial line)에 들어가는 헤파린 100 단위당, 정맥회로(venous line)로 프로타민(protamine) 1mg씩 중화시키는 방법이다. 출혈성 경향, 수술전후, 심내막염, 위장계 출혈등의 합병증이 있는 환자에게 사용한다.

### 3. Dialysate compartment

투석액을 공급하는 방식에는 두종류가 있다. Batch형은 투석액을 용기내에서 쉽게 조절할 수 있으므로 복잡한 장치가 필요없는 대신 공간을 많이 차지하고 경보장치가 없어 환자에게 위험하며 치료비가 비싼 단점이 있다.

정비례희석방식(proportioning)은 액체 농축액과 물의 비율을 1 : 34로 혼합 송출하는 방식이다. 따라서 다량의 물이 필요하다.

(1) 정수 처리법(water treatment)

아래의 순서로 정수처리가 이루어진다.

① 여과 : filter의 구경은 5 $\mu$ , 20 $\mu$ , 100 $\mu$  짜리가 쓰이며 섬유로 감겨진 filament나 cartridge를 통해서 제거해낼 수 있다.

② 연성화(softning) : 2가 이온인 Ca<sup>#</sup>, Mg<sup>#</sup>로 인한 물의 경화성을 이온교환수지(ionex change resin)를 사용하여 Na<sup>+</sup>로 바꾸는 과정으로 Ca<sup>#</sup>, Mg<sup>#</sup> 하나 제거될 때 마다 두개의 Na<sup>+</sup>이 치환된다. 이온수지는 정기적으로 깨끗이 갈아주어야 하며, 소금은 항상 채워둔다.

③ 활성탄에 의한 흡착 : 염소소독 잔유물인 chloramine은 탈이온화나 역삼투장치에서 제거되지 않으므로 활성탄에 의하여 흡착시켜야 한다. 만약 chloramine의 농도가 투석액중 높을 경우에는 급성 용혈성 빈혈(hemolytic anemia)이 일어난다.

④ 탈 이온화(deionization) : 이온교환수지를 이용하여 처리된 물의 양이온과 음이온을 완전히 제거하는 방법이다.

⑤ 역 삼투압 장치(Reverse Os osis) : 역 삼투

란 반투막을 사이에 두고 환쪽에 고압을 가하면 막을 통해 반대편으로 정수된 물이 얻어지는 것이다. 분자량이 200 dalton 이상인 유기물은 모두 제거되며 이온 제거율은 90~95%이다. 따라서 정수된 물은 증류수에 가깝다.

(2) 투석 농축용액(dialysate concentrate)

투석과정을 통해 환자 혈액으로 부터 제거된 노폐물 및 수분을 실어내고 필수 전해질의 제거를 억제하며, 투석중의 과잉탈수를 방지하기 위하여 조성성분은 혈액의 전해질 성분과 같게 한다. 용액의 pH를 맞추기 위하여 중탄산(bicarbonate)이나 초산(Acetate)을 쓸 수 있다. 중탄산농축용액은 심한 산-염기 불균형이 있는 환자에게 좋으나 화학적으로 불안정하고 임상적으로 매번 사용하기 직전에 준비해야 하는 단점이 있다. 그러므로 일반적으로는 초산 농축용액이 널리 쓰이고 있는 형편이다.

## II. 투석 과정

### 1. 혈액 통로(Blood pathway)

표면적(surface area), clearance, 초여과상수(KUF), priming volume 등을 고려하여 선택된 투석막과 blood line을 연결한후 공기로 채워진 부분등을 0.9% 생리식염수로 채우는 과정을 priming이라 한다.

혈액통로는 동맥회로로 혈관(vascular access), 동맥압 측정장치, 혈액펌프, 항응고액 주입펌프의 순서로 투석막에 연결되고 이어서 정맥회로는 정맥압 측정장치, venous bubble chamber를 통해 air bubble dectetor를 거쳐 환자의 정맥으로 재순환 된다.

혈류의 속도는 보통 150ml/분~300ml/분 사용되어 지고 510ml/분에서 시작하여 투석 10~30분후 200ml/분~300ml/분으로 맞추어 준다. 혈류속도는 투석의 결과 관련되어 투석치료에 대단히 중요하므로 환자 개개인에 따라 고려되어야 한다.

헤파린 주입펌프는 잘 작동되고 있는지 관찰하여야 하며 동맥회로가 폐색되어 음압이 걸리

지 않는지 바늘의 위치는 적당한지 등을 살펴보고 충분한 혈류가 빠져 나오도록 한다. 한편 정맥회로는 정맥압 측정장치에서 적절한 압을 유지하는지, venous chamber level이 적당한지를 관찰해야 한다.

## 2. 투석액 통로(Dialysate pathway)

송출 펌프를 통하여 기계로 들어오게 되는 투석액 통로는 conductivity gauge, temperature gauge, dialyzer(membrane) blood leak detector, dialysate flow gauge 등으로 이루어진다. Dialysate flow는 500ml/분~560ml/분이 좋으며 수로가 막히거나 기타 다른 원인 등에 의하여 투석액의 흐름이 감소하면 결국 투석기의 효율이 떨어지므로 투석액의 유속을 자주 점검해 보아야 한다.

## 3. 초여과(ultrafiltration)

체중, 혈압, 부종의 정도 등을 살펴보고 산정된 환자 개개의 dry weight와 투석직전 환자의 체중을 고려하여 초여과율을 결정하게 되는데 초여과는 투석기의 blood compartment에 가해지는 양압과 dialysate channel의 음압의 절대치를 합한 막압차(transmembrane pressure)에 의해 결정된다. 또한 실제적인 blood compartment의 압력은 수압(hydrostatic pressure)에서 혈장의 고질삼투압(oncotic pressure)을 빼준 것이다. 개인에 따라 차이가 있어 과도한 초여과로 저혈압을 일으키지 않도록 적절한 초여과율을 산정해야 하며 노폐물의 배출과 함께 축적된 수분을 빼주는 효과적인 투석이 이루어져야 한다. 또한 dialysate pressure monitor에 의해서 조절되는 음압은 정기적으로 점검하여 부적당한 음압이 걸리지 않도록 해준다.

## 4. 감시 및 경보장치(monitors and alarm system)

① Temperature : 너무 차가운 투석액의 온도는 응질의 이동을 감소시켜 투석의 효율을 떨어뜨리거나 동, 정맥경련을 일으킬 수 있고 너무

뜨거운 온도는 용혈현상(hemolysis)을 일으키므로 34°C 이하시 low alarm, 40°C 이상시 high alarm이 울리도록 장치되어 있다.

② Conductivity : 투석액의 농도를 결정하는 전도도(conductivity)는 전기 저항의 역수인 milliMHos를 쓰고 12.5~14.0milliMHos의 정상 전도도에서  $\pm 5\%$ 가 넘는 변화가 생기면 경보가 울리고 투석막을 통과하는 투석액의 흐름도 정지하게 되어 있다.

③ 혈액누출 탐지기(Blood leak detector) : 유체의 방출선에 위치하는데 혈액펌프를 멈추게 하며 0.45ml/분 이하의 혈액소실을 감지한다. 눈으로 보아 혈액누출을 감지할 수 없으면 Hemastix®를 이용해서 수조를 검사해야 한다. 그러나 투석액내의 입자나 공기방울에 의한 잘못된 경보도 자주 있다.

④ 공기 탐지기(Air bubble detector) : 체외(extra coporeal) 회로에 작용하는 음압에 의해 연결부분의 틈이나 기타 다른 원인에 의해 잘못된 들어온 공기가 환자 몸으로 들어 가는 것을 최종 점검하는 감시 장치이다.

## III. 투석 종료

투석을 끝낼 때 투석막내의 혈액을 회수하는 방법에 공기와 생리식염수를 사용하는 두가지가 있는데 공기를 사용하는 경우 공기색전(air embolism)의 위험도가 높아 최근 사용되어 지지 않고 있으며 saline rinse법은 환자측 동맥회로를 제거후 지혈하면서 생리식염수에 연결하여 혈액이 환자몸으로 되돌아 가게 하는 방법이다. 이때 투석막을 겸자(kelly)로 집어주면 투석막내의 잔류 혈량을 줄일 수 있으며, 혈액이 모두 들어가면 환자측 정맥회로를 뽑아 지혈시킨다. 투석이 끝난 투석액회로(dialysate line)는 세균이 번식하기 쉬우므로 포르말린이나 hypochlorite를 사용하여 소독해 주어 다음환자 투석시 사용할 수 있게 한다.

이상의 과정을 통해 투석시작부터 끝날때까지 환자에 대한 주의깊은 관찰로 합병증의 발생을

## 특집 : 생명기기와 간호 IV

감소시키고 보다 질 높은 투석을 통해 환자가 단순한 생존이 아닌 정상에 가까운 삶을 영위할 수 있도록 모든 노력이 경주하여야 한다.

### 참 고 문 헌

1. 방병기, "우리나라 혈액투석의 현황"(1985), 대한 신장학회지, 제 4권.
2. 이정상, 이재승역(大坪修)(1981), 투석요법의 실제, 동경대학 의과학 연구소.
3. Cogan MG, Garovoy MR.(1985). Introduction to

dialysis New York. Churchill-Livingstone.

4. Drukker W, Parsons FM, Mather JH, (1983) Replacement of renal function by dialysis 2nd ed Boston Martinus Nijhof Publishers.
5. Gutch CF, Stoner MH,(1979). Review of hemodialysis for nurses and dialysis personnel 3rd ed. Mosby's comprehensive review series saint Louis The C.V mosby Company.
6. Hekelman FP, Ostendarp CA, (1979). Nephrology nursing, New York McGraw-Hill Book Company.

### <36페이지에서 계속>

#### — 항문 점막손상 예방

- 1) 배변 후에는 비누와 물로 닦는다.
- 2) 잠자기 전에 따뜻한 소독수로 좌욕을 실시하고 건조하게 유지시킨다.

이 외에 몇 가지 추가되는 잠재성 진단을 고려했으나, 초기 정보에 입각하여 현실적으로 문제가 되지 않았기 때문에 생략하려 한다.

### 맺 는 말

아동을 간호하는 과정은 그 아동의 세계에 들

어가서 이해하고 그의 경험의 한계 속에서 납득될 수 있도록 접근하여야 함을 절실히 느낀다.

이 환자의 경우도 마찬가지였다. 특히 환경의 변화가 이 환자의 상황적 위기의식을 확대시킨 것 같았다. 그러나 간호학생의 일관성 있는 태도와 치료적 놀이가 의료팀과의 신뢰관계를 형성하는데 도움을 주었고, 화학요법의 시작이래로 다시 신체적으로 불편해졌으나, 어머니의 지지와 함께 정서적 안정감을 보여 주고 있다.