

# 내동정맥루 감시를 위한 혈액 투석관내 혈류 측정

이종훈\*, 안형준\*\*, 김유선\*\*, 조희은\*, 박기일\*

## Simple Flow Measurement Methods for Hemodialysis Vascular Conduit

Jong Hoon Lee\*, Hyung Joon Ahn\*\*, Yu Seun Kim\*\*, Hee Eun Cho\*, Kiil Park\*

### 1. 서론

내동정맥루의 기능 이상을 조기에 발견하기 위해서는 주기적이고 객관적인 기능 평가(surveillance)가 요구된다<sup>(1-3)</sup>.

경제적이고 간편한 내동정맥루의 기능 평가 방법을 개발하기 위해 저자들은 평균 동맥압에 의한 전압(total pressure)과 투석관내의 정압(static pressure)을 측정하고, 베르누이 방정식(Bernoulli's equation)을 이용하여 투석관내 혈류량을 계산하였고, 이는 내동정맥루 내의 혈류량을 반영하며, 내동정맥루 내의 기능 이상에 의한 혈류량 변화는 혈액 투석관내의 간단한 압력 측정으로 발견될 수 있다고 발표한 바 있다<sup>(4)</sup>.

또한 실제 혈류량과 계산된 혈류량의 차이를 알아보기 위하여 생체 외 실험을 진행하였으며, 두 측정값은 완전히 일치하지는 않지만 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다<sup>(5)</sup>.

본 연구의 목적은 실제 혈액 투석 환자를 대상으로 투석관내 압력 측정에 의한 혈류량의 변화가 내동정맥루 내의 이상 소견을 반영하며, 이를 통해 이상 소견을 조기 발견할 수 있는지를 밝혀, 본 연구 방법의 임상적 유용성을 확인하고자 함이다.

### 2. 본론

#### 2.1. 대상 및 방법

2004년 1월부터 2005년 6월까지 조성 후 최소 3개월이 경과한 자가 혈관에 의한 내동정맥루로 혈액 투석을 하고 있는 환자 27명을 연구 대상으로 하였다. 대상 환자들은 연구 시작 시 도플러 초음파로 내동정맥루의 혈류량을 측정하였고, 600ml/min 이하의 혈류

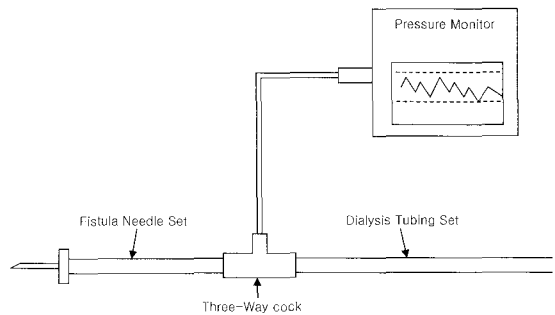


Figure 1. Schematic diagram of pressure measurement in hemodialysis vascular conduit.

량을 보인 경우 혈관 조영술을 시행하여 이상 유무를 확인 하였다.

투석관내 압력의 측정은 매일 1회씩 투석관을 투석기에서 분리하여 환자와 수평되게 위치시키고, three way cock를 이용하여 투석관을 환자 감시 장치에 연결하여 정압(PF)을 측정하였다(Fig. 1). 또, 반대측 상완에서 측정한 혈압 (mean arterial pressure)을 정체압(P0)으로 하여 베르누이 방정식에 의해 혈류량을 계산하여 비교하였다. 즉, 베르누이 방정식에 의해 유도된 도관 내 유속을 구하는 공식(1)에 혈액 투석관의 단면적(A)를 곱하여 혈류량을 계산하였다<sup>(2)</sup>.

$$PF + VF^2 / 2g = P0 + V0^2 / 2g$$

$$VF^2 = 2 (P0 - PF)$$

$$VF = 2 (MAP - PF)$$

$$VF = (2\Delta P)1/2 \quad (1)$$

$$QF = A \cdot VF = A (2\Delta P)1/2 \quad (2)$$

(V0 = 0, P0 = MAP: mean arterial pressure,

A: 투석관의 단면적)

\* 관동대학교 의과대학 명지병원 외과학 교실

\*\* 연세대학교 의과대학 외과학 교실

Table 1. Demographics and the results

AVF (n)	27
Duration (months)	29.5±28.5 (4-120)
Radial / Brachial (%)	23(85.2) / 4 (14.8)
Age (yr)	62.0±13.3 (34-84)
Sex (M/F)	14:13
Mean follow up (months)	12.6±5.6 (4-18)
Lost follow (%)	9 (33.3)
death	7 (25.9)
transfer	2 (7.4)
AVF failure	2 (7.4)
QD (ml/min)	
Mean	980.6±501.6
600 <(%)	6 (22.2)
Pre-Angiogram (%)	
Draining vein	1 (3.7)
anastomosis or artery	3 (11.1)
no abnormality	2 (7.4)
Decrement of QF (%)	3 (11.1)
Thrombosis* (%)	2 (7.4)

\*Thrombosis: thrombosis without decrement of QF

계산된 혈류량이 연속된 3개월 이상의 기간 동안 10% 이상 감소할 경우 혈관 조영술을 실시 하여 내동정맥루의 이상 유무를 확인하였다.

## 2.2 결과

대상 환자의 남녀 비는 14:13 였으며, 평균 연령은 62.0±13.3(34-83)세 였다. 내동정맥루는 조성 후 평균 29.5±28.5(4-120)개월 경과하였으며, 23(85.2%)명은 요골동맥, 4(14.8%)명은 상완 동맥을 이용한 경우였다. 연구 기간 동안 대상 환자들은 평균 12.6±5.6(4-18)개월 동안 추적 되었으며, 2명은 타 병원으로 전원 되었고, 7명의 환자는 사망하여 추적이 불가능하였다. 연구 시작 시 도플러 초음파에 의한 내동정맥루의 혈류량은 평균 980.6±501.6(144-2230)ml/min 였으며, 600 ml/min 이하의 혈류량을 보인 환자 6(22.2%)명은, 혈관 조영술 결과 3명에서 동-정맥 문합부, 1명은 노쪽 피부 정맥의 협착이 발견 되어 방사선적 중재술로 교정 하였고, 2명에서는 이상 소견을 발견 할 수 없었다. 3개월 이상 연속적으로 계산된 혈류량의 감소를 보인 환자는 모두 3명 이었으며, 혈관 조영술에서 정맥 부위의 협착을 관찰할 수 있었으며, 2명은 방사선적 중재술로, 1명은 외과적 수술로 교정하였으며, 교정 후 계산 된 혈류량의 증가 소견을 관찰할 수 있었다. 2명에서는

계산된 혈류량의 변화 없이 내동정맥루의 폐쇄가 발생했으며, 혈관 조영술 결과 동맥측 천자 부위 상위, 즉 동정맥 문합부 근처 혹은 동맥의 협착 소견을 보였다. 연구 기간 동안 내동정맥 루의 기능 소실을 보인 환자는 2(7.4%)명 이었다 (Table 1).

## 3. 결론

투석관내 압력 측정을 통해 계산된 혈류량의 감소는 내동정맥루의 정맥측 협착 소견을 반영하였다. 그러나 동맥측 천자 부위 이전에 발생한 정맥의 협착 혹은 동맥에 발생한 협착 소견은 발견 할 수 없었다. 향후 동맥측 천자 상부의 이상을 조기 발견 할 수 있는 방법의 개발과 병용이 필요하겠다.

## 참고 문헌

1. Mc Carley P., et al., 2001."Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs." *Kidney Int*, pp. 1164-1172.
2. Krivitski N. M., et. al., 2001, "Access flow measurement as a predictor of hemodialysis graft thrombosis: making clinical decisions." *Semin Dial*, pp. 181-185.
3. Paulson W. D., 2001, "Blood flow surveillance of hemodialysis grafts and the dysfunction hypothesis." *Semin Dial*, pp. 175-180.
4. 이종훈, 2004, "베르누이 정리를 이용한 혈액 투석관내 혈류량 측정법 개발," 대한 혈관 외과 학회지, pp. 115-124.
5. 이종훈, 2005, "혈액 투석관 내 혈류 측정을 위한 생체 외 실험모델" 대한 외과 학회지, pp. 253-257. 1.