



## 혈액투석 도관 감염의 임상적 특성과 치료 결과

박세윤 · 이은정 · 김태형 · 전민혁 · 추은주  
순천향대학교 의과대학 내과학교실

### Clinical Characteristics and Outcome of Vascular Access Infections in Hemodialysis Patients

**Background:** Infections are the second leading cause of morbidity and mortality in hemodialysis patients. Vascular access is a major risk factor for infection-related hospitalization and mortality. This study aimed to characterize the presenting features and outcome of vascular access infection in hemodialysis patients.

**Materials and Methods:** Between May 2003 and March 2010, 224 patients admitted to a 750 bed tertiary care hospital for treatment of vascular access infection were retrospectively analyzed. Vascular access infections were defined by local infection signs (pus or redness) at the vascular access site or by a positive blood culture with no known source other than the vascular access.

**Results:** Of the 224 patients, 179 (79.7%) had an arteriovenous (AV) graft, 28 (12.5%) had a tunneled cuffed catheter, 12 (5.4%) had AV fistulas, and five (2.2%) had a temporary central catheter. The mean±SD time between the creation of each type of vascular access and onset of infection were as follows: temporary central catheter 46.6±36.9 days, tunneled cuffed catheter 180.3±168.8 days, AV fistulas 928.6±1,299.7 days, and AV graft 1,066.3±1321.1 days ( $P$  value=0.006). The most common causative organism was *Staphylococcus aureus* (62.5%; methicillin-susceptible 35.2%, methicillin-resistant 27.3%) followed by coagulase negative staphylococci (17.0%) and gram negative bacilli (15.9%). The involved vascular accesses in infected cases were: temporary central catheter (4/5, 80%), tunneled cuffed catheter (13/27, 48%), AV graft (68/179, 38%) and AV fistulas (4/12, 33%). The complications of vascular access infection included septic pulmonary embolism ( $n=9$ , 4%), pneumonia ( $n=9$ , 4%), endocarditis ( $n=6$ , 2.7%), osteomyelitis ( $n=3$ , 1.3%) and abdominal abscess ( $n=2$ , 0.9%). A multivariable analysis showed that *Staphylococcus aureus* was a risk factor of septic pulmonary embolism and osteomyelitis. The all-cause mortality was 8.4%, 30-day mortality was 2.2% and infection-related mortality was 5.4%.

**Conclusions:** *Staphylococcus* was responsible for 79.5% of infections, with methicillin-susceptible *S. aureus* being the most commonly implicated strain. Temporary accesses have the potential to become infected earlier. Septic pulmonary embolism and pneumonia were common complications. Efforts should be focused on prevention and early detection of VA infection with pulmonary complications.

**Key Words:** Catheter-related infections, Hemodialysis

Se Yoon Park, Eun Jung Lee, Tae Hyong Kim, Min Huok Jeon, and Eun Ju Choo

Department of Internal Medicine, Soon Chun Hyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Copyright © 2011 by The Korean Society of Infectious Diseases | Korean Society for Chemotherapy

Submitted: April 20, 2011

Revised: July 12, 2011

Accepted: July 21, 2011

Correspondence to Eun Ju Choo, M.D.

Department of Internal Medicine, Soon Chun Hyang University Bucheon Hospital, 1174 Jung-dong, Wonmi-gu, Bucheon 420-767, Korea

Tel: +82-32-621-5202, Fax: +82-32-621-5016

E-mail: mdchoo@schmc.ac.kr

[www.icjournal.org](http://www.icjournal.org)

## 서론

감염은 혈액투석 환자 사망 원인의 15-21.9%를 차지하며 심혈관계 질환 다음으로 흔하다[1]. 혈액투석을 시작할 때 사용하는 혈관통로로 동정맥루를 사용하는 것이 혈관의 손상을 방지하고 혈전의 생성을 줄이며 비용 절감의 효과가 있고 감염을 포함한 합병증이 가장 적기 때문에 National Kidney Foundation Kidney Disease Outcome Quality Initiative (NKF KDOQI)에서는 혈액투석을 시작할 때 동정맥루를 50%이상 사용하도록 권고하고 있다[2]. 그러나 투석이 필요한 환자들 이 동정맥루를 사용하기 위해서는 최소 6개월 전부터 준비를 해야 한다. 또한 여성과 고령의 환자에서는 혈관이 잘 성숙되기가 어려울 수 있다. 따라서 부득이하게 감염병에 더 취약한 인조혈관(arteriovenous vascular graft)이나 영구적인 혈액투석 도관(tunneled cuffed catheter)을 사용하는 경우가 많고, 급성콩팥기능상실로 응급 혈액투석을 해야 하는 경우에는 이중관(dual lumen catheter)이나 영구적인 혈액투석 도관도 많이 사용한다. 따라서 혈액투석 환자들은 처음 투석을 시작할 때부터 이미 상당한 감염의 위험에 노출이 된다. 실제로 투석을 처음 시작하는 환자들은 대부분 일시적 중심정맥 도관을 사용하며 약 11-15%만이 동정맥루로 투석을 시작한다[3]. 혈액투석 도관 관련 감염은 감염병에 취약성을 지니는 만성 콩팥병 환자들에게 합병되는 치료와 관련된 원내감염이기 때문에 그 임상적인 특성과 위험인자를 잘 이해하는 것이 예방을 위해서 필요하다. 혈관통로에 따른 임상적인 특징과 주로 발생하는 합병증, 사망의 원인에 대해서 연구하였다.

## 재료와 방법

### 1. 연구대상과 방법

2003년 5월 1일부터 2010년 3월 31일까지 750명상 규모의 1개 3차 병원에서 연구를 진행하였다. 대상환자의 선정은 퇴원 당시 상병명 중 국제질병분류 T82.7 (Infection and inflammatory reaction due to other cardiac and vascular device, implants and grafts, Goretex graft infection, Catheter related infection)을 가진 환자 중 혈액투석을 받는 환자를 의무기록실 전산을 통해 확보하였다. 혈액투석 도관 관련 감염으로 입원한 346명의 환자 중 의무기록을 통해 불완전한 기록이나 잘못된 상병명이 기입된 경우, 감염이 합병되지 않은 동맥루를 제거한 경우를 제외하여 후향적으로 분석이 가능한 224명의 임상자료를 대상으로 하였다. 혈액투석 도관 관련 감염은 혈관통로의 발적, 부종, 열감을 동반하며 도관 이외에 다른 감염의 증거가 없는 경우, 혹은 다른 감염의 증거가 없는 증상이 있는 환자에서 혈액 배양에서 감염이 확인된 경우로 정의하였다. 후향적으로 가용한 자료를 근거로 선별하였기 때문에 삽입부위 감염과 터널 감염은 따로 구분하지 못했으며 혈류 감염을 증명하기 위한 정량적 혹은 반정량적 배양검사는 시행하지 않았다 [2, 4]. 감염의 중증도는 전신염증반응증후군(systemic inflammatory response syndrome)이 동반되지 않은 국소 감염, 전신염증반응증후군, 중증 패혈증(severe sepsis), 패혈성 쇼크(septic shock)로 분류하

였다[5]. 감염이 뒤따른 합병증 중 감염성 폐색전증은 1) 임상적으로 감염이 의심이 되는 경우, 2) 다발성인 감염성 색전증에 합당한 폐의 병변, 3) 색전의 원발병소로의 폐외 감염이 존재하는 경우, 4) 다른 원인의 폐 병변이 배제 가능한 경우, 5) 적절한 항균제 치료로 폐병변이 좋아진 경우에서 최소 위의 4가지를 만족한 경우로 정의하였다[6]. 합병증으로 동반된 폐렴은 발열, 기침, 객담, 호흡곤란 등의 임상 증세와 수포음, 호흡음 감소의 신체 검사, 흉부 엑스선과 흉부 전산화단층촬영술의 방사선학적 검사로 진단하였다.

대상환자들의 인구학적인 특성 가운데에는 성별, 연령, 교육 정도, 혈관통로의 위치, 기저 질환, 투석을 받게 된 만성 콩팥병의 종류를 조사하였고 임상경과 중 혈관통로 생성으로부터 감염까지의 기간, 감염에 뒤따른 합병증, 혈액과 고름의 미생물 배양 결과 등을 후향적으로 조사 분석하였다.

### 2. 통계 분석

통계 분석은 SPSS version 18.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 교육의 정도, 혈액투석 도관의 위치, 혈액투석의 원인, 합병증은 기술통계의 교차분석을 이용하였다. 혈액과 고름에서 분리된 균은 기술통계의 빈도분석을 이용하였다. 혈액투석 도관의 종류에 따른 환자의 나이, 도관의 사용기간은 일원배치 분산분석을 사용하였다. 단변량 분석은 카이제곱 검정( $\chi^2$ -test)을 사용하였다. 연속 변수의 값은 평균±표준편차로 표기하였다. 혈액투석 도관의 종류에 따른 감염의 중증도, 원인 균주에 따른 합병증의 차이는 로지스틱 회귀분석(logistic regression)을 사용하였다.  $P$ 값이 0.05미만인 경우를 통계적으로 의미 있는 것으로 간주하였다.

## 결과

### 1. 대상 환자의 특성

혈액투석 도관 관련 감염으로 연구에 포함된 환자는 총 224명이었으며 남자 101명(44.9%), 여자 123명(54.7%)로 여자가 더 많이 연구에 포함되었다. 만성 콩팥병의 원인 질환은 고혈압 76명(33.9%), 당뇨병 102명(45.6%), 다낭콩팥병 6명(2.7%), 토리콩팥병 4명(1.8%), 전신홍반루푸스 2명(0.9%), 역류콩팥병 2명(0.9%), 통풍콩팥병 1명(0.4%)이 있었고 30명(13.4%)의 원인을 알 수 없었다. 동반 질환으로는 결핵 16명, 관상동맥질환 11명, 암 9명, 뇌졸중 9명, 심부전 6명, 협심증 4명, 통풍 3명 등이 있었다(Table 1). 감염 환자들을 혈관통로에 따라서 분류하면, 자가 혈관을 이용한 인조혈관 감염 179명(79.7%), 동정맥루 감염 12명(5.4%), 영구적인 혈액투석 도관 관련 감염 28명(12.5%), 일시적 중심정맥 도관 관련 감염 5명(2.2%)이었다. 대상 환자의 나이는 23세부터 85세까지로 평균  $58.5 \pm 13.1$ 세이며 혈관통로에 따른 차이는 없었다 ( $P=0.065$ ). 일시적 중심정맥 도관 관련 감염 46.6 ( $\pm 36.9$ )일, 영구적인 혈액투석 도관 관련 감염 180.3 ( $\pm 168.7$ )일, 인조혈관 감염 928.6 ( $\pm 1299.7$ )일, 동정맥루 감염 1,066.3 ( $\pm 1395.8$ )일로 일시적 중심정맥 도관 관련 감염이 가장 빠른 시기에 나타났으며 동정맥루 감염이 가장 늦

게 나타났다( $P=0.006$ ).

## 2. 혈액투석 도관에 따른 감염의 중증도

전신염증반응증후군이 없는 국소 감염이 134 명(59.8%), 전신염증반응증후군 77명(34.3%), 중증 패혈증 8명(3.6%), 패혈성 쇼크 4명(1.9%)였다. 혈액투석 도관에 따른 총 혈액투석 도관 관련 감염 중 국소

감염을 제외한 환자를 백분율로 나타내었을 때에 일시적 중심정맥 도관(4/5, 80%), 영구적인 혈액투석 도관(13/27, 48%), 인조혈관(68/179, 38%), 동정맥루(4/12, 33%)으로 감염의 중증도가 높았으나 연령, 성별, 교육수준 등을 보정하였을 때 통계학적인 차이는 없었다(Fig. 1).

## 3. 원인균

혈액에서 배양되는 균주는 모두 88건이 분리되었고 그람 양성균이 가장 많았다(84.1%). 황색포도알균은 55건으로 전체 혈액분리 균주 중

**Table 1.** Baseline Characteristics of Patients by Vascular Access Type

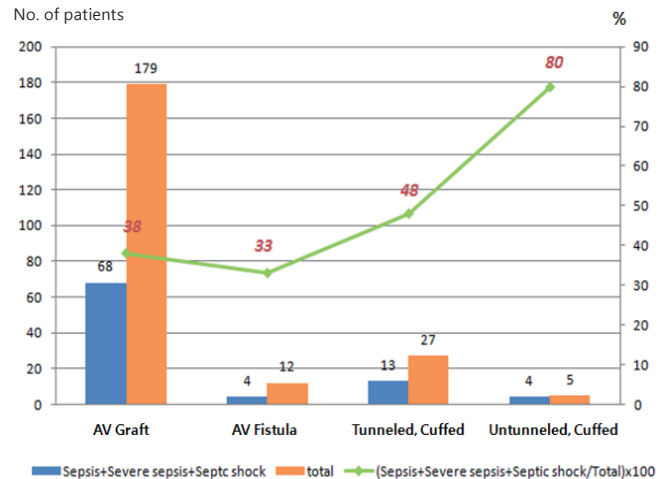
Characteristics	Untunneled, Cuffed	Tunneled, Cuffed	AV fistula	AV graft	Total
Male/Total	3/5	6/28	7/12	85/179	101/224
Age <sup>a</sup>	66.6±13.4	60.4±13.9	57.3±15.5	58.0±12.8	58.5±13.1
Education <sup>b</sup>					
<High school	2	9	0	39	50
≥High school	0	5	3	27	35
Unknown	3	14	9	113	85
Duration of HD <sup>c</sup>	46.6±36.9	180.3±168.8	928.5±1,299.7	1,066.3±1,395.8	925.8±1321.1
Location of VA					
Forearm	0	0	4	64	68
Elbow	0	0	1	18	19
Upper arm	0	1	5	90	96
Neck	5	26	0	0	32
Thigh	0	0	1	0	1
Cause of HD					
Hypertension	2	9	6	59	76
DM	3	14	5	80	102
GN	0	1	0	3	4
PCKD	0	0	0	6	6
Others	0	1	0	5	6
Unknown	0	3	1	26	30
Comorbidities					
Tuberculosis <sup>d</sup>	0	0	0	16	16
CAD	0	2	0	9	11
Cancer	1	0	1	7	9
Stroke	0	0	1	8	9
CHF	0	2	0	4	6
Angina	0	2	0	2	4
Liver cirrhosis	1	0	0	2	3
Gout	0	0	1	2	3
Pneumoconiosis	0	0	0	3	3
Others	1	4	0	16	20
None	2	18	9	109	138
Clinical severity					
No SIRS	1	14	8	111	134
Sepsis	3	12	4	58	77
Severe sepsis	1	1	0	6	8
Septic shock	0	0	0	4	4

Age, Duration of HD is expressed as the mean±standard deviation.

<sup>a</sup>  $P$  value=<sup>a</sup>0.416, <sup>b</sup>0.119, <sup>c</sup>0.006.

<sup>d</sup>Tuberculosis include both past history of clinical infection and radiological evidence of old tuberculosis.

HD, hemodialysis; VA, vascular access; DM, diabetes mellitus; GN, glomerulonephritis; PCKD, polycystic kidney disease; CAD, coronary artery disease; CHF, congestive heart failure; AV, arteriovenous; SIRS, systemic inflammatory response syndrome.



**Figure 1.** Proportion of sepsis and severe sepsis among those hospitalized with vascular access infection by type of vascular access. AV, arteriovenous; CVC, central venous catheter.

**Table 2.** Organisms Isolated from Blood and Vascular Access

Organisms	Blood (%)	Access site (%)	Total (%)
Gram (+)	74 (84.0)	105 (84.6)	179 (84.4)
MRSA	24	29	53
MSSA	31	56	87
MRCoNS	12	10	22
MSCoNS	3	6	9
<i>Enterococcus</i> spp.	4	3	7
<i>Streptococcus agalactiae</i> (Group B)		1	1
Gram (-)	14 (15.9)	19 (15.3)	33 (15.6)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	6	10
<i>Escherichia coli</i>	3	4	7
<i>Enterobacter</i> spp.	1	4	5
<i>Ochrobactrum anthropi</i>	2	1	3
<i>Klebsiella pneumonia</i>	1	1	2
<i>Enterobacter agglomerans</i> group	1		1
<i>Serratia marcescens</i>	1		1
<i>Aeromonas hydrophila</i> group	1		1
<i>Acinetobacter baumannii</i>		1	1
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>		1	1
<i>Neisseria</i> spp.		1	1
Total	88 (100.0)	124 (100.0)	212 (100.0)

MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; MSSA, methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*; MRCoNS, methicillin-resistant coagulase negative staphylococci; MSCoNS, methicillin-susceptible coagulase negative staphylococci; spp., species.

**Table 3.** Major Complications of Vascular Access Infection by Vascular Access Type

Complications	Untunneled, Cuffed	Tunneled, Cuffed	AV fistula	AV graft	Total (%)
SPE	0	1	0	8	9/34 (26.5)
Pneumonia	1	0	1	7	9/34 (26.5)
Endocarditis	0	1	0	5	6/34 (17.6)
Osteomyelitis	0	0	0	3	4/34 (11.7)
Intraabdominal abscess	0	1	0	1	2/34 ( 5.9)
CVA					
Myocardial ischemia	1	0	0	2	3/34 ( 8.8)
Stroke	0	0	0	1	1/34 ( 2.9)
Seizure	0	0	0	1	1/34 ( 2.9)
Gastric ulcer bleeding	0	1	0	0	1/34 ( 2.9)

AV, arteriovenous; SPE, septic pulmonary embolism; CVA, cerebrovascular accidents.

62.5%에서 배양되었다. 단일 군주로는 methicillin 감수성 황색포도알균이 31 (35.2%)건 배양되어 가장 많았다. 그람 음성균은 14건으로 전체 혈액분리군주 중 15.9%였고 녹농균이 4건으로 가장 많았다(Table 2). 혈액투석 도관의 종류에 따른 원인 군주에는 통계적으로 의미있는 차이는 없었다.

#### 4. 감염 합병증

총 36명(16.0%)에서 감염에 뒤따른 합병증이 발생하였다. 감염성 폐색전증 9명(4%), 폐렴 9명(4%), 심내막염 6명(2.7%), 골관절염 3명(1.3%), 심근허혈 3명(1.3%), 복강내 농양 2명(0.9%), 복강내 농양과 골관절염이 같이 발생한 경우 1명, 폐양성 출혈 1명, 뇌경색 1명, 복합성 발작이 1명 발생하였다. 합병증 중 감염성 폐색전증과 폐렴 등의 호흡기 관련 합병증은 18명(8.0%)으로 가장 흔하였다(Table 3).

#### 5. 원인군주에 따른 합병증의 차이

혈액에서 동정된 군에 따라서 연령, 성별, 교육 등을 보정하였을 때 합병증의 차이에 대해 분석하였다. 황색포도알균이 혈액에서 배양된 환자에서 감염성 폐색전증(대응 비 8.342, 신뢰구간 1.923-36.196,  $P=0.0140$ )과 골관절염(대응 비 14.791, 신뢰구간 1.120-195.340,  $P=0.0408$ )이 통계적으로 의미 있게 많이 발생하였다. Methicillin 감수성 황색포도알균이 혈액에서 배양된 환자에서 감염성 폐색전증(대응 비 6.096, 신뢰구간 1.443-25.753,  $P=0.0408$ )이 통계적으로 의미있게 많이 발생하였다. Methicillin 내성 황색포도알균이 혈액에서 배양된 환자에서는 골관절염(대응 비 186.987, 신뢰구간 2.417->999,  $P=0.0184$ )이 더 많이 발생하였으나 적은 표본으로 인해 신뢰구간이 넓어 실제로 의미가 두기가 어려웠다(Table 4).

#### 6. 사망률

224명의 환자 중 사망한 환자는 모두 19명(8.4%)이었으며 12명(5.4%)은 감염과 연관된 사망이었다. 감염과 연관된 사망의 직접적인 사망 원인은 호흡기 관련 합병증(5명), 심혈관 질환(2명), 두개강내출혈(1명), 원인 불명(4명)이었다. 입원 후 30일 내 사망한 환자는 5명(2.2%)이었다.

**Table 4.** Vascular Access Infection Related of Complications by Causative Organisms

Organism	Complication	Odds ratio	CI		P value
			Lower	Upper	
<i>Staphylococcus aureus</i>	SPE	8.342	1.923	36.196	0.005
	Osteomyelitis	14.791	1.120	195.340	0.041
MSSA	SPE	6.096	1.443	25.753	0.014
MRSA	Osteomyelitis	186.987	2.417	>999	0.018

CI, confidence interval; SPE, septic pulmonary embolism; MSSA, methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*; MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*.

## 고찰

우리 연구의 결과 교육 정도, 투석 도관의 부위는 혈액투석 도관 관련 감염의 발생과 연관이 없었으나 혈액투석 도관 종류에 따라서 일시적 중심정맥 도관, 영구적인 혈액투석 도관, 인조혈관, 동정맥루 순으로 감염이 발생하는 시기가 빠르고 중증 패혈증과 패혈성 쇼크 등이 상대적으로 많은 비율로 나타났다. 황색포도알균은 55건으로 전체 혈액분리군주 88건 중 62.5%에서 배양되었으며 이는 감염성 폐색전증의 위험을 의미있게 높인다는 것을 확인하였다.

혈액투석 도관 관련 감염의 유병율은 환자군의 차이, 연구 수행 기간과 감염의 정의에 따라서 다르게 보고된다. 투석의 종류에 따라서 비교한 보고에 의하면 영구적인 혈액투석 도관은 1,000 도관-일(catheter-days)당 균혈증의 유병율이 1-5.5건이며 인조혈관 혹은 동정맥루는 0.04-0.55건/1,000 환자-일이었다[7]. 18개월 간의 전향적 연구에 의하면 9,627 투석 건 중 109건의 혈액투석 도관 관련 감염이 발생하였는데 일시적인 중심정맥 도관에서 가장 흔하게 발생하였고(28.2건/1,000 도관-일), 영구적인 혈액투석 도관(10.11건/1,000 도관-일), 동정맥루와 인조혈관(4.23건/1,000 도관-일)에서 유병율이 낮았다[8]. 다른 연구와 비교하여 인조혈관통로 이상으로 의뢰된 환자들이 우리 연구에 대다수 포함되어 정확한 유병율은 알 수 없었다. 감염의 합병증으로 목정맥의 사용은 1주 이상 권고되지 않으며 넙다리정맥의 사용은 도관 출구의 관리가 좋은 환자에서 5일 이상 사용하지 않도록 권고되고 있다.

혈액투석 도관 관련 감염의 발생은 도관의 사용기간과도 관련이 있다. 또한 도관 관련 균혈증은 도관 삽입 후 3개월에 35%, 6개월에 48%의 환자에서 발생할 정도로 혈액투석 초기에 흔한 문제이다[9]. 우리 연구에서 혈액투석 도관 사용기간을 알 수 있었던 212명중 74명(35%)은 6개월 이내에 감염이 발생하였고 103명(49%)은 처음 도관 사용을 시작한 후 적어도 1년 이내에 감염이 발생하였다. 결과적으로 혈액투석 도관 감염으로 입원한 환자들의 절반은 1년 이내에 발생하였고 이는 다른 연구자들의 결과와도 비슷하다. 요르단에서 시행한 전향적 연구에 따르면 혈액투석 환자의 도관 관련 감염으로 내원한 188명의 환자 중 64명(34%)은 첫해에 발생하였고 인조혈관(5/19), 동정맥루(24/105), 중심정맥 도관(36/64)에서 발생하였다[10].

혈액투석 도관 관련 감염의 합병증은 사망을 포함하여 패혈증, 반복적인 균혈증, 화농성 심장막염, 감염성 폐색전증, 간농양, 화농관절염, 경막외고름집, 심내막염, 골관절염, 심근경색, 뇌혈관 질환이 보고되었다

[11, 12]. 우리 연구에서는 감염성 폐색전증 9명(4%), 폐렴 9명(4%)으로 호흡기 관련 합병증이 가장 많았다. 혈액에 황색포도알균이 배양되었을 때 감염성 폐색전증과 골관절염이 많이 발생하였으나 폐렴과는 의미있는 상관관계가 없었다. Methicillin 감수성 황색포도알균은 감염성 폐색전증의 의미있는 위험인자였고 methicillin 내성 황색포도알균은 골관절염의 위험을 높였으나 적은 표본으로 신뢰구간이 넓어 의미를 두기가 어려웠다. 실제로 감염성 폐색전증 9명 모두 황색포도알균이 분리되었으며 methicillin 감수성 균주는 7명이었다. 다른 국내에서 후향적 연구를 통해서 보고된 21명 감염성 폐색전증에서 2명이 중심정맥 도관 관련 감염이었고 6명에서만 황색포도알균이 배양되었으나[13] 혈액투석 도관 관련 감염에서 발생한 폐색전증에서는 황색포도알균에 대한 항균력을 가진 항균제를 사용하는 것이 중요하겠다. 우리 연구에서 폐렴이 흔한 합병증으로 조사되었으나 폐렴이 발생한 9명의 환자 중 3명에서 균혈증이 동반되어 있었고 각각 methicillin 내성 황색포도알균, methicillin 감수성 황색포도알균, 녹농균으로 특정한 균주로 인한 연관성은 찾을 수 없었다. 사망자는 모두 19명이었으며 12명이 감염과 연관된 사망으로 이 중 3명이 폐렴, 2명이 감염성 폐색전증과 동반되어 사망하였다. 사망 환자 가운데에는 중증 감염성 폐질환이 많이 합병되어, 혈액투석 도관 관련 감염이 있을 때에는 환자들의 호흡기 증상을 확인 및 흉부 단순 촬영, 전산화단층촬영 등을 통해 합병증을 빨리 발견해야 한다.

우리 연구에서는 혈액투석 도관 관련 감염으로 내원한 환자를 중증도에 따라서 분류하여 조사하였다. 그 결과 일시적 중심정맥 도관을 사용한 환자에서 중증의 감염 발생 비율이 가장 높았다(80%). 그 결과 United States Renal Data System (URDS)의 혈액투석환자 5,507명의 이환율과 사망률을 분석한 자료에 의하면 혈액투석 환자에서 동정맥루의 사용과 비교하여 인조혈관과 일시적 중심정맥 도관을 사용한 환자에서 사망의 위험도가 의미있게 높았다. 감염과 연관된 사망의 원인을 분석한 결과에서도 당뇨병의 유무에 상관없이 동정맥루를 사용한 환자에서 인조혈관과 일시적 중심정맥 도관을 사용한 환자와 비교하여 사망의 위험도가 의미있게 낮았다[14]. 이와 같이 일시적 중심정맥 도관은 만성 콩팥병 환자에서 균혈증과 패혈증으로 인한 감염과 연관된 사망률이 높다[14, 15].

황색포도알균 균혈증은 혈액투석 환자에서 높은 사망률과 연관이 있으며[16] 경제적인 부담과 입원 기간의 연장과 연관이 있다[17]. 원인균의 빈도를 조사한 연구는 모두 상당한 이질성을 가지고 있어서 서로 비교하는 것은 한계가 있지만, 우리 연구에서 혈액투석 도관 관련 감염 중 황색포도알균의 비율은 62.5%로 다른 연구자들의 보고(39-77%)의 범주 안에 들었다[18, 19].

연구의 제한점으로 첫째, 3차 병원에서 시행된 후향적 연구이므로 중증도가 높은 환자들만 선택되어 선택의 오류가 있을 수 있다. 둘째, 혈액투석 도관 관련 감염은 2006년 Kidney Disease Outcome Quality Initiative (KDOQI) clinical practice guidelines에 따르면 삽입부위(exit site) 감염, 터널(tunnel) 감염, 혈류 감염으로 분류되지만 후향적으로 얻어진 정보만으로는 충분한 구별이 불가능하였다[2]. 혈류 감염은 'definite'와 'probable'로 나뉘는데 우리 연구는 중심정맥관 끝

부분의 절단부에서 반정량적 배양검사를 시행하지 않아 definite에 해당하는 감염을 분명히 구분할 수 없었다[4]. 셋째, 폐색전증이 발생한 9명중 8명에서 경흉부심장조음파를 시행하였고 대동맥판막에 이상 에코를 보였던 한명만이 경식도심장조음파를 시행하였으나 증식증(vegetation)은 발견되지 않아 이에 대한 평가가 충분하게 이루어지지 않았다. 경흉부심장조음파는 민감도(62.5%)가 떨어지고 작은 증식증이나 농양, 5 mm 미만의 판막편(leaflet) 천공이 있는 경우에는 이를 놓칠 수 있다. 또한 감염성 심내막염의 평가가 환자의 예후에 영향을 미치기 때문에 임상적으로 감염성 심내막염이나 그 합병증이 강하게 의심되는 경우에는 처음부터 경식도심장조음파를 고려해야 한다[20].

우리 연구에서는 감염성 폐색전증, 폐렴 등 호흡기 관련 합병증이 많았기 때문에 투석 도관 관련 감염을 의심할 때 호흡기 증상과 흉부 단순 촬영을 통해 합병증 유무를 잘 감시할 것을 제안한다. 또한 우리나라 상황에서도 향후 여러 지역 병원 중심으로 전향적 연구를 통해 감염 및 중증합병증 등의 위험인자를 규명하는 것이 필요하다.

## Acknowledgement

논문의 통계 분석에 도움을 준 김인호 선생님(Emory University School of Public Health)에게 감사드립니다.

## References

1. ESRD Registry Committee, Korean Society Nephrology. Current renal replacement therapy in Korea: Insan memorial dialysis registry, 2009. Korean J Nephrol 2010;29 (Suppl 2):S525-51.
2. National Kidney Foundation. Clinical practice guidelines and clinical practice recommendations 2006 updates: hemodialysis adequacy, peritoneal dialysis adequacy, vascular access. Am J Kidney Dis 2006;48 (Suppl 1):S1-322
3. Vascular Access 2006 Work Group. Clinical practice guidelines for vascular access. Am J Kidney Dis 2006;48 (Suppl 1):S176-247.
4. Pearson ML. Guideline for prevention of intravascular device-related infections. Part I. Intravascular device-related infections: an overview. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Am J Infect Control 1996;24:262-77.
5. Bone RC, Balk RA, Cerra FB, Dellinger RP, Fein AM, Knaus WA, Schein RM, Sibbald WJ. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. The ACCP/SCCM Consensus Conference Committee. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine. Chest 1992;101:1644-55.
6. Cook RJ, Ashton RW, Aughenbaugh GL, Ryu JH. Septic pul-

- monary embolism: presenting features and clinical course of 14 patients. *Chest* 2005;128:162-6.
7. Lafrance JP, Rahme E, Leloir J, Iqbal S. Vascular access-related infections: definitions, incidence rates, and risk factors. *Am J Kidney Dis* 2008;52:982-93.
  8. Saeed Abdulrahman I, Al-Mueilo SH, Bokhary HA, Ladipo GO, Al-Rubaish A. A prospective study of hemodialysis access-related bacterial infections. *J Infect Chemother* 2002;8:242-6.
  9. Lee T, Barker J, Allon M. Tunneled catheters in hemodialysis patients: reasons and subsequent outcomes. *Am J Kidney Dis* 2005;46:501-8.
  10. Qasaimeh GR, El Qaderi S, Al Omari G, Al Badadweh M. Vascular access infection among hemodialysis patients in Northern Jordan: incidence and risk factors. *South Med J* 2008;101:508-12.
  11. Kessler M, Hoen B, Mayeux D, Hestin D, Fontenaille C. Bacteremia in patients on chronic hemodialysis. A multicenter prospective survey. *Nephron* 1993;64:95-100.
  12. Minga TE, Flanagan KH, Allon M. Clinical consequences of infected arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2001;38:975-8.
  13. Lee SJ, Cha SI, Kim CH, Park JY, Jung TH, Jeon KN, Kim GW. Septic pulmonary embolism in Korea: Microbiology, clinico-radiologic features, and treatment outcome. *J Infect* 2007;54:230-4.
  14. Dhingra RK, Young EW, Hulbert-Shearon TE, Leavey SF, Port FK. Type of vascular access and mortality in U.S. hemodialysis patients. *Kidney Int* 2001;60:1443-51.
  15. Oliver MJ, Rothwell DM, Fung K, Hux JE, Lok CE. Late creation of vascular access for hemodialysis and increased risk of sepsis. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:1936-42.
  16. Danese MD, Griffiths RI, Dylan M, Yu HT, Dubois R, Nissen-son AR. Mortality differences among organisms causing septicemia in hemodialysis patients. *Hemodial Int* 2006;10:56-62.
  17. Li Y, Friedman JY, O'Neal BF, Hohenboken MJ, Griffiths RI, Strykowski ME, Middleton JP, Schulman KA, Inrig JK, Fowler VG Jr, Reed SD. Outcomes of *Staphylococcus aureus* infection in hemodialysis-dependent patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4:428-34.
  18. Taylor G, Gravel D, Johnston L, Embil J, Holton D, Paton S; Canadian Hospital Epidemiology Committee. Canadian Nosocomial Infection Surveillance Program. Prospective surveillance for primary bloodstream infections occurring in Canadian hemodialysis units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;23:716-20.
  19. Hoen B, Paul-Dauphin A, Hestin D, Kessler M. EPIBACDIAL: a multicenter prospective study of risk factors for bacteremia in chronic hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 1998;9:869-76.
  20. McCarthy JT, Steckelberg JM. Infective endocarditis in patients receiving long-term hemodialysis. *Mayo Clin Proc* 2000;75:1008-14.