

혈액투석 중인 말기신부전 환자에서의 수근관증후군

인제대학교 부산백병원 내과, 재활의학과*

김양욱 · 윤혁진 · 김영훈 · 김현동* · 박인선*

(요 약)

목적 : 수근관증후군은 장기투석 중인 말기신부전 환자에서 발생할 수 있는 압박성신경병증의 하나로 정맥저류 혹은 동정맥루에 의한 부종과 arterial steal 증후군이 원인이 된다고 알려져 있으며 최근에는 아밀로이드 침착과의 관련이 보고되었다. 수근관증후군은 정중신경 분포지역의 통증 및 감각이상, 쇠약감 등의 증상을 나타낸다. 저자들은 혈액투석 중인 말기신부전 환자들에 서 수근관증후군의 발생빈도와 투석부위와의 관계 및 신경전도검사의 특징을 알아보았다.

방법 : 말기신부전으로 진단 받은 후 혈액투석 중인 30명의 환자를 대상으로 말초신경병증 및 수근관증후군의 임상적 특징 및 신경전도검사를 통하여 환자군을 말초신경병증군, 수근관증후군군, 두 질환이 동반된 군으로 나누었다.

결 과 :

1) 전체 환자 30명에서 수근관증후군만 있는 경우는 2명(7%), 말초신경병증만 있는 경우는 7명(23%), 두 질환이 동반된 경우는 16명(54%)으로 진단되었다.

2) 전체 환자 30명의 60개의 손에서 임상적 특징을 동반하고 수근관증후군으로 진단된 경우가 2개(2명-3%), 임상적 특징을 동반하지 않고 수근관증후군으로 진단된 경우가 25개(16명-42%), 임상적 특징을 나타내면서 수근관증후군의 진단기준에 해당되지 못한 경우가 1개(1명-2%)로 임상적 특징과 수근관증후군의 발생에는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$).

3) 전체 환자 30명의 60개 손에서 부종을 동반하면서 수근관증후군으로 진단된 경우가 6개(4명-10%), 부종을 동반하지 않고 수근관증후군으로 진단된 경우가 21개(14명-35%), 부종을 동반하면서 수근관증후군의 진단기준에 해당되지 않은 경우가 2개(2명-2%)로 부종과 수근관증후군의 발생에는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$).

4) 수근관증후군 18명에서 한쪽만 침범된 경우는 9명(50%)이었으며 양측이 침범된 경우는 9명(50%)이었다.

5) 전체 60개의 손에서 투석하였던 33개의 손 중 수근관증후군이 진단된 경우가 13개(39%), 진단되지 않은 경우가 20개(61%)였다. 투석하지 않았던 27개의 손 중 수근관증후군이 진단된 경우가 14개(52%), 진단되지 않았던 경우가 13개(48%)였다. 수근관증후군과 투석하였던 부위와는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$).

결론 : 혈액투석 중인 말기신부전 환자들에서 수근관증후군의 발생비율은 60%였고 투석하였던 부위와 발생빈도 사이에는 상관관계가 없었으며 잠재성수근관증후군이 현성수근관증후군 보다 높은 발생빈도를 보였다.

서 론

책임저자 : 김양욱 부산시 부산진구 개금동 633-165
인제대 부산백병원 내과
Tel : 051)890-6075, Fax : 051)892-0273

수근관증후군(Carpal tunnel syndrome)은 장기혈

액투석 중인 말기신부전환자에서 발생할 수 있는 압박성신경병증의 하나로써 정중신경 분포지역의 통증 및 감각이상, 쇠약감 등의 증상을 나타낸다. Warren 등¹⁾이 1975년 처음 장기혈액투석 환자에서 보고하였고, 원인으로서는 정맥저류, 동정맥루에 의한 부종, arterial steal 증후군 및 아밀로이드 침착이 알려져 있다. 또한 당뇨병 및 말기신부전 환자는 압박성신경병증에 대한 감수성이 높아 발병율이 높은 것으로 알려져 있다. 수근관증후군은 조기에 발견하면 치료가 가능하지만, 신부전환자의 60%에서 동반되는 말초성신경병증 때문에 그 증상이 가려져 진단이 늦어질 수 있다. 이에 저자들은 말기신부전으로 혈액투석을 받고 있는 환자들을 대상으로 수근관증후군 및 말초신경병증의 발생빈도, 임상증상 여부와 수근관증후군, 부종과 수근관증후군 및 동정맥루위치와 수근관증후군과의 관계를 각각 조사하여 보았다.

대상 및 방법

혈액투석 중인 말기신부전 환자 30명(60개의 손)을 대상으로 말초신경병증 및 수근관증후군의 임상적 특징유무를 알아보고, 신경전도검사를 통한 전기생리학적 진단, 수근관증후군 병변의 부종 동반여부, 동정맥루 위치와 수근관증후군 병변의 관계를 조사하였다. 대상 환자들은 남자 12명, 여자 18명이었고 평균 연령은 46세(18-79세), 평균 병력기간은 6년 10개월(9개월-20년), 평균 투석기간은 3년 7개월(2개월-12년 5개월)이었다(Table 1). 수근관증후군의 임상적 특징은 한밤중이나 활동과 관련되어 손에 국한된 통증이나 지각부전, 정중신경 분포지역의 감각결손이나 두점식 별력의 감소, 단무지외전근의 위축, Tinel's 증후나 Phalen's 증후 양성으로 하였고, 말초신경병증의 임상적 특징으로는 건반사의 감소 혹은 소실, 사지말단부의 대칭성 감각이상 혹은 운동기능 저하로 하였다. 신경전도검사는 상지의 양쪽 정중신경과 척골신경의 운동 및 감각신경, 양측 요골감각신경, 하지의 비복신경과 총비골신경을 검사하였다. Thermometer로 표피온도를 측정하여 32℃ 이상이 되지 않는 경우에는 헤어 드라이기를 사용하여 체온을 상승시킨 후 신경전도검사를 하였다. 말초신경병증의 전기생리학적 진단은 정중신경을 제외한 최소 두 개 이상의 신경에서 신경전도 지연 혹은 전도장애가 나타났을 경우로 하였다. 수

근관증후군의 전기생리학적 진단은 다음의 기준 첫번째 혹은 두번째에 해당되면서 세번째 혹은 네번째를 만족시키는 경우로 하였다.

첫번째, 정중운동신경 원위잠복시간 연장: 단무지의 전근에서 8cm 근위부의 원관절에서 자극할 때의 원위잠복시간이 4.3ms 이상

두번째, 정중감각신경 원위잠복시간 연장: 제 2수지

Table 1. Characteristics of Patients on Hemodialysis

Patients number	Age/ Sex	Duration of CRF(mo)	Duration of Dialysis(mo)	Cause of CRF
1	44/F	48	14	Unknown
2	26/M	156	149	Unknown
3	27/M	60	24	Unknown
4	18/F	9	2	IgA nephropathy
5	51/M	72	72	Unknown
6	55/M	96	96	Unknown
7	55/F	48	36	DM
8	26/M	72	72	Unknown
9	57/M	54	54	Unknown
10	55/F	60	13	DM, PKD*
11	33/F	84	84	Unknown
12	51/M	100	49	Multiple myeloma
13	22/F	12	8	Unknown
14	30/F	24	24	Unknown
15	56/F	28	25	Hypertension
16	29/F	120	24	Unknown
17	65/M	48	48	Unknown
18	44/M	86	81	Unknown
19	39/F	36	36	CGN [†]
20	52/F	96	60	Hypertension
21	55/F	60	36	DM
22	33/M	41	36	Unknown
23	56/F	48	9	Unknown
24	51/F	74	72	Unknown
25	43/F	240	48	Renal Tbc
26	34/F	120	114	Unknown
27	36/F	53	24	Unknown
28	35/F	72	12	Unknown
29	72/M	60	48	Unknown
30	63/M	120	16	DM

mean 46(years)

median 60(mo) 36(mo)

*Polycystic kidney disease
[†]Chronic glomerulonephritis

근위절의 기록전극으로 부터 14cm 근위부를 자극할 때의 원위잠복시간이 3.6ms 이상

세번째, 정중-척골운동신경 원위잠복시간의 차이: 단무지외전근 및 소지외전근에서 8cm 근위부의 완관절에서 정중 및 척골운동신경을 각각 자극하여 얻은 원위잠복시간 연장의 차이가 동일한 수장부에서 1.0 ms 이상

네번째, 정중-척골감각신경 원위잠복시간의 차이: 제 2수지 및 제 5수지 근위절의 기록전극으로 부터 14cm 근위부에서 정중 및 척골감각신경을 각각 자극하여 얻은 원위잠복시간의 차이가 동일한 수장부에서 0.5ms 이상

통계처리는 임상증상, 부종, 동정맥루부위와 수근관증후군의 발생에 대해서는 Fisher's exact test를 이용하였고, 투병기간, 투석기간과 수근관증후군의 발생에 대해서는 t-test를 이용하였으며 결과는 p값이 0.05 이하일 때 의의가 있는 것으로 하였다.

결 과

신경전도검사 결과, 전체 30명의 환자 중 2명(7%)이 수근관증후군만 있었고, 7명(23%)에서 말초신경병증만 있었으며, 16명(54%)은 두 질환이 동반되어 있어 혈액투석 환자에서 수근관증후군의 발생율은 60% (18/30)였다(Table 2). 전체 환자 30명의 60개 손에서 신경전도검사 결과 수근관증후군으로 진단된 것은 27개(18명)이었고, 그 중 임상적 특징이 동반된 현성수근관증후군이 2개(2명-3%), 임상적 특징이 동반되지 않은 잠재성수근관증후군이 25개(16명-42%)였다. 반면 임상적 특징은 있었으나 신경전도검사 결과에서 기준에 해당되지 못한 경우가 1개(1명-2%)였다(Table 2). 임상적 특징 유무와 수근관증후군의 존재 사이에는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$). 전체 환자 30명의 60개 손에서 수근관증후군으로 진단된 27개(18명) 중에서 부종이 동반된 경우는 6개(4명-10%)였고, 부종이 동반되지 않은 경우가 21개(14명-35%)였다. 반면 부종은 있었으나 수근관증후군의 진단기준에 해당되지 않은 경우가 2개(2명-2%)였다. 부종과 수근관증후군의 존재 사이에는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$). 수근관증후군 18명에서 한쪽만 침범된 경우는 9명(50%)이었고 양쪽이 침범된 경우는 9명(50%)이었다(Table 2). 전체 60개의 손에서 동정맥루로

투석하였던 33개의 손 중 수근관증후군이 진단된 경우가 13개(39%), 진단되지 않은 경우가 20개(61%)였다. 투석하지 않았던 27개의 손 중 수근관증후군이 진단된 경우가 14개(52%), 진단되지 않은 경우가 13개(48%)였다. 투석을 시행하는 부위와 수근관증후군의 존재 사이에는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$). 투석기간과 수근관증후군의 존재 사이에는 의미 있는 상관관계가 없었다($p>0.05$).

Table 2. Relationship of Clinical Symptome of PNP & CTS and Positive Finding of NCT

No.*	CTS [†] & PNP [†]	PNP only	CTS only	Sx. of PNP	Sx. of CTS
1				+	
2	+(both [‡])				
3	+(Rt [§])				
4			+(Lt)		
5					
6					
7	+(Lt [§])				
8	+(Rt)			+	+
9		+		+	
10		+		+	
11		+		+	
12	+(Lt)			+	+
13		+		+	
14	+(both)				
15	+(Rt)				
16	+(both)				
17		+		+	+
18	+(both)				
19	+(Rt)				
20	+(Rt)				
21		+			
22					
23	+(both)			+	
24	+(both)				
25			+(both)		
26	+(Lt)				
27	+(Rt)			+	
28					
29	+(both)				
30					

*patient number, [†]Carpal tunnel syndrome, [‡]Peripheral polyneuropathy, [§]both hand, [§]right hand, [§]left hand

고 찰

투석 중인 만성신부전환자는 다양한 근골격계질환 및 신경계질환이 합병되어 있다. 혈액투석 환자에서 나타나는 손의 감각이상이나 동통의 원인으로는 말초신경병증, 동정맥루부위의 증상, 지관절의 요독성관절병증²⁾ 및 손목의 정중신경압박으로 부터 기인하는 수근관증후군 등이 있다. 수근관증후군의 증상은 손의 감각이상, 저린감, 쇠약감, 투석시와 밤에 악화되는 동통 등이 있고 이학적 검사에서는 단무지외전근의 위축, Phalen 증후와 Tinnel 증후 양성소견이 있다. 그러나 환자에 따라 증상의 정도와 양상이 다양하고, 동반된 말초신경병증에 가려서 진단이 지연되거나 간과되기 쉽다. 혈액투석 환자에서의 수근관증후군의 발생률은 2%에서 31%까지 보고되고 있는 바^{7, 9, 17)}, 본 연구에서는 혈액투석 환자의 60%에서 수근관증후군이, 77%에서 말초신경병증이 진단되어 다른 문헌 보다 높은 빈도를 나타내었고 이는 진단기준의 차이 때문으로 생각된다. 1991년 Bicknell 등³⁾은 46명의 투석 환자에게 신경전도검사를 시행하여 정상소견 6명(13%), 37명(80%)의 말초신경병증, 9명(20%)의 수근관증후군과 함께 16명(35%)의 증상이 없는 정중신경병증을 보고하였다. 1994년 Sivri 등⁴⁾은 30명의 혈액투석 환자에서 9명(30%)의 순수한 수근관증후군, 3명(10%)의 말초신경병증이 동반된 수근관증후군, 9명(30%)의 증상이 없는 정중신경병증을 보고하면서 전기생리학적검사로 진단된 잠재성 수근관증후군은 향후 현성 수근관증후군 발생의 표지자로서 임상적 의의가 있음을 기술하였다. 본 연구에서는 임상증상이 없으면서 수근관증후군이 진단된 경우가 42%, 임상증상을 보이면서 수근관증후군이 진단된 경우가 3%로서 임상증상이 없는 잠재성 수근관증후군의 빈도가 높게 나타나 조기진단의 필요성을 시사한다. 당뇨병은 일반인구에서 수근관증후군 발생의 위험인자로 알려져 있는데 1985년 Zamora 등⁵⁾의 연구에서는 혈액투석 1년내에 수근관증후군이 발생한 초기형이 전체 수근관증후군 발생의 42%를 차지하였고 그 중 40% 이상에서 당뇨병 혹은 심한 말초신경병증이 있었으며, 1년 이후에 수근관증후군이 발생한 후기형은 58%였고 그 중 당뇨병 혹은 말초신경병증 동반률은 10% 이하로서 투석 환자에서 당뇨병과 말초신경병증은 수근관

증후군의 조기발생에 영향을 미치는 인자였음을 제시하였다. 1988년 Benz 등⁶⁾은 복막투석과 혈액투석 환자의 수근관증후군 발생을 비교한 연구에서 당뇨병환자와 비당뇨환자의 수근관증후군 발생율이 유의한 차이가 없었음을 보고하였는데, 본 연구에서도 전체 30명의 대상 중 5명이 당뇨 환자였고 그 중 2명(40%)에서 수근관증후군이 진단되었고, 비당뇨환자 25명 중 16명(64%)이 수근관증후군으로 진단되어 유사한 결과를 나타내었다. 이는 Benz 등의 연구와 마찬가지로 대상환자의 수가 적었음에 기인한 것으로 생각된다. 1981년 Halter 등⁷⁾은 5년 이상 투석을 시행한 환자의 88%에서 말초신경병증이 진단되었고 그 중 57%에서 수근관증후군이 진단되었음을 보고하면서 장기투석 환자에서 매년 또는 6개월 마다 전기생리학적검사의 필요성을 제시하였고, Schwarz 등⁸⁾과 Kessler 등⁹⁾은 투석기간과 수근관증후군 발생이 의미 있는 상관관계가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 전체 30명의 혈액투석환자에서 말초신경병증의 증상이 있었던 10명의 환자 중 전기생리학적검사로 말초신경병증이 진단된 경우가 9명(90%), 수근관증후군이 진단된 경우가 4명(40%)였고 말초신경병증으로 진단된 전체 22명 중 수근관증후군을 동반한 경우는 16명(73%)였다. 투석기간이 1년 이하인 4명의 환자 중 말초신경병증은 2명(50%), 수근관증후군은 2명(50%)이 진단되었고, 5년 이상 투석한 9명 중 말초신경병증은 7명(78%), 수근관증후군은 6명(67%), 말초신경병증과 수근관증후군이 동반된 경우가 6명(85%)으로 나타나 말초신경병증이 있거나 투석기간이 길수록 수근관증후군 발생률이 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다. 혈액투석 환자에서 수근관증후군의 발생원인으로는 정맥저류, 동정맥루에 의한 부종, radial artery steal 증후군, 투석간의 체액과부하^{8, 14)}, 신경건초내의 정맥확장¹⁰⁾, 투석후의 정맥부위 폐쇄, 투석 중의 비활동성¹¹⁾, 횡수근인대에 축적된 아밀로이드와 이에 연관된 beta-2 microglobulin 농도 증가¹¹⁾ 등이 알려져 있다. 부종 및 정맥압증가의 수근관증후군 발생과의 관계에 대해서는 1975년 Warren 등¹⁾이 손의 부피와 정맥압을 측정하여 보고하였고, 동정맥루로 인한 radial artery steal 증후군과의 관계에 대해서는 1971년 Bussell 등¹²⁾이 요골동맥에서 요측피정맥으로의 혈액유입 및 동정맥루 원위부 요골동맥에서의 역류성 혈액유입으로 인한 허혈성 손상을 기술하였다. Beta-2 microglo-

bulin에 연관된 amyloid 축적에 대해서는 1986년 McClure 등¹³⁾이 수근관증후군을 가진 혈액투석 환자에서 감압수술 후 적출물에서 beta-2 microglobulin을 함유한 아밀로이드 축적을 보고한 후 연관관계에 대한 관심이 증가하고 있다. 1990년 Walz 등¹⁴⁾은 혈액투석 환자에서 상피세포와 림프세포의 활성화로 Interleukin-2 receptor와 tissue polypeptide antigen 혈청농도가 증가함을 보고하면서 특히 수근관증후군 환자에서 의미 있게 증가하였음을 기술하였다. 1998년 Sakata 등¹⁵⁾은 혈액투석 환자 중 투석 관련 아밀로이드증, 퇴행성척추관절병증, 수근관증후군을 가진 환자에서 AGE(Advanced glycation endproduct)로서의 혈청 pentosidine 농도가 의미 있게 증가되어 있었고 혈청 beta-2 microglobulin 농도는 투석 관련 아밀로이드증의 발생에 무관하였음을 보고하였다. 진술한 Bicknell 등의 연구에서는 신부전의 원인질환, 혈액투석 통로부위, 골이영양증 존재여부 등이 정중신경전도 장애와 무관한 것으로 보고하였고 Spertini 등¹⁶⁾과 Gilbert 등¹⁷⁾도 신병종의 종류, 혈관통로부위 등이 수근관증후군의 발생과 연관성이 없었다고 보고하였다. 진술한 Sivri 등은 혈액투석환자 중 수근관증후군으로 진단된 모든 환자에서 혈청 beta-2 microglobulin이 증가되어 있었으나 수근관증후군의 존재와는 의미 있는 상관관계가 없었고 나이, 성별, 투석기간, 혈관통로부위 등과도 상관관계가 없었다고 기술하였다. 본 연구에서는 손의 부종이 있었던 경우는 27예(45%)였으나 그 중 수근관증후군이 진단된 것은 6예(10%)로서 부종이 수근관증후군의 원인으로 기여할 가능성은 적은 것으로 나타났고, 동정맥루를 통하여 투석을 시행하고 있는 손에서 수근관증후군이 진단된 경우는 13예(39%), 투석하지 않는 손에서 진단된 경우가 14예(48%)로서 투석자체도 수근관증후군의 원인으로 의미 있는 연관성이 없는 것으로 나타났다. 혈청 beta-2 microglobulin 농도와 병변의 아밀로이드 축적여부는 조사되지 못하였다. 수근관증후군의 치료는 증상이 경할 때는 손목에 부목을 대는 방법만으로도 유효하고, 증상이 심할 때는 국소마취제나 스테로이드를 국소주사하는 방법이 있으나 효과는 일시적이다. 기능장애와 통증이 심할 때에는 수술을 통하여 정중신경을 감압시키는 방법이 가장 효과적이다. 그러나 증상이 오래 경과하여 운동신경이나 지각신경의 장애가 발생하였을 때에는 감압의 효과가 적으므로^{17, 18)} 조기진단

의 필요성이 강조된다. 1997년 Koda 등¹⁹⁾은 고유량 투석막을 사용한 혈액투석을 시행함으로써 혈청 beta-2 microglobulin 농도와 수근관증후군 발생률이 감소하고 전체사망률도 감소하였음을 보고하였다.

= Abstract =

Carpal Tunnel Syndrome in Hemodialysis Patients of Chronic Renal Failure

Yang Wook Kim, M.D., Hyeok Jin Yoon, M.D.
Yeong Hoon Kim, M.D., Hyeon Dong Kim, M.D.*
and Ihn Sun Park, M.D.*

Department of Internal Medicine,
Department of Rehabilitation Medicine*,
Inje University College of Medicine,
Pusan Paik Hospital, Pusan, Korea

Objective : Carpal tunnel syndrome(CTS) is one of the compression neuropathy in long-term hemodialysis patients, that considerably caused by venous stasis or edema in the site of the vascular access, arterial steal syndrome and currently reported, amyloid deposit. CTS shows pain, paresthesia and weakness in the area that median nerve is distributed. We analysed the incidence and characteristics of nerve conduction test of CTS in the patients of hemodialyzed chronic renal failure.

Methods : Thirty hemodialyzed patients were enrolled and divided three groups in peripheral polyneuropathy(PNP) only, CTS only, and both by clinical manifestations and results of nerve conduction test.

Results :

1) In all thirty patients, two(7%) had a CTS only, seven(23%) had a PNP only and sixteen(54%) had combined PNP with CTS.

2) In all thirty patients(60 hands), 2 cases(two-3%) had a CTS with clinical manifestations, 25 cases(sixteen-42%) had a CTS without clinical manifestation and 1 case(one-1.7%) showed clinical manifestations of CTS but was not diagnosed CTS by nerve conduction test. There was no significant correlation between clinical manifestations and development of CTS($p>0.05$).

3) In all thirty patients(60 hands), 6 cases(four-10%) had a CTS with edema, 21 cases(fourteen-35%) had a CTS without edema and 2 cases(two-1.7%) showed edema of hands but was not diagnosed CTS by nerve conduction test. There was no significant correlation between edema and development of CTS

($p>0.05$).

4) Among the eighteen patients with CTS, nine (50%) patients were involved in one hand, nine(50%) patients in both.

5) In the sixty hands, 33 hands had vascular access, in which 13 cases(39.4%) had CTS and 20 cases(60.6%) had not. In the 27 hands which had not vascular access, 14 cases(51.6%) had CTS and 13 cases(48.1%) had not. There was no significant correlation between vascular access and development of CTS($p>0.05$).

Conclusion : The incidence of CTS in the patients of hemodialyzed chronic renal failure was 60%. There was no significant correlation between CTS and vascular access, edema, duration of hemodialysis. Subclinical CTS was more frequent compared to the overt CTS.

Key Words : Carpal tunnel syndrome, Chronic renal failure, Hemodialysis, Polyneuropathy

참 고 문 헌

- 1) D J Warren, L S Otieno: Carpal tunnel syndrome in patients on intermittent hemodialysis. *Post-graduate Medical Journal* 51:450-452, 1975
- 2) Corradi M, Paganelli E, Pavesi G: Carpal tunnel syndrome in long-term hemodialyzed patients. *J Reconstr Microsurg* 5:103-110, 1989
- 3) Joseph M Bicknell, Adoracion C Lim, Henry G Raroque Jr., Antonios H Tzamaloukas: Carpal tunnel syndrome, subclinical median mononeuropathy, and peripheral polyneuropathy: Common early complications of chronic peritoneal dialysis and hemodialysis. *Arch Phys Med Rehabil* 72:378-381, 1991
- 4) A Sivri, R Celiker, C Sungur, Y Goekce Kutsal: Carpal tunnel syndrome: A major complication in hemodialysis. *Scand J Rheumatol* 23:287-290, 1994
- 5) Jose L Zamora, James E Rose, Vidal Rosario, George P Noon: Hemodialysis-associated carpal tunnel syndrome. *Nephron* 41:70-74, 1985
- 6) Robert L Benz, Jay W Siegfried, Brendan P Teehan: Carpal tunnel syndrome in dialysis patients: Comparison between continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis populations. *American Journal of Kidney Disease* 11:473-476, 1988
- 7) SK Halter, JA DeLisa, WC Stolov: Carpal tunnel syndrome in chronic renal dialysis patients. *Arch Phys Med Rehabil* 62:197-201, 1981
- 8) Schwarz A, Keller F, Seyfert S: Carpal tunnel syndrome: A major complication in long-term hemodialysis patients. *Clinical Nephrology* 22:133-137, 1984
- 9) Kessler M, Netter P, Azoulay E, Mayeux D, Pere P, Gaucher A: Dialysis-associated arthropathy: A multicentre survey of 171 patients receiving hemodialysis for over 10 years. The Co-operative group on dialysis-associated arthropathy. *Br J Rheumatol* 31:157-162, 1992
- 10) Bosanac PR, Bilder B, Grunberg RW: Post-permanent access neuropathy. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 23:162-166, 1977
- 11) Gejyo F, Odani S, Yamata T: Beta-2 microglobulin A new form of amyloid protein associated with chronic hemodialysis. *Kidney Int* 30:385-390, 1986
- 12) Bussel JA, Abbott JA, Lim RC: A radial steal syndrome with arteriovenous fistula for hemodialysis. *Ann Intern Med* 75:387, 1971
- 13) John McClure, Carolyn J Bartley, Peter Ackrill: Carpal tunnel syndrome caused by amyloid containing beta-2 microglobulin: A new amyloid and a complication of long term hemodialysis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 45:1007-1011, 1986
- 14) Gerd Walz, Ulrich Kuzendorf, Oliviera Josimovic-Alasevic, Lothar Preuschoff, Anke Schwarz, Frieder Keller, Gernot Asmus, Gerd Offermann, Tibor Diamantstein, Armin Distler: Soluble interleukin 2 receptor and tissue polypeptide antigen serum concentration in end-stage renal failure. *Nephron* 56:157-161, 1990
- 15) Sakata S, Takahashi M, Kushida K, Oikawa M, Hoshino H, Denda M, Inoue T: The relationship between pentosidine and hemodialysis-related connective tissue disorders. *Nephron* 78:260-265, 1998
- 16) Spertini F, Wauters P, Poulenas I: Carpal tunnel syndrome: A frequent, invalidating, long-term complication of chronic hemodialysis. *Clin Nephrol* 21:98-101, 1984
- 17) Gilber MS, Robinson A, Baez A: Carpal tunnel syndrome in patients who are receiving long-term renal hemodialysis. *J Bone Joint Surg* 70:1145-53, 1988
- 18) Naito M, Okata K, Goya T: Carpal tunnel syndrome in chronic renal dialysis patients: Clinical evaluation of 62 hands and results of operative treatment. *J Hand Surg[Br]* 12:366-74, 1987
- 19) Koda Y, Nishi S, Miyazaki S, Haginoshita S, Sakurabayashi T, Suzuki M, Sakai S, Yuasa Y, Hirasawa Y, Nishi T: Switch from conventional to high-flux membrane reduces the risk of carpal tunnel syndrome and mortality of hemodialysis patients. *Kidney Int* 52:1096-1101, 1997