

혈액투석이 안압, 망막신경섬유층 두께 및 각막두께에 미치는 영향

강용석¹ · 황영훈² · 김재석¹ · 이주화¹

인제대학교 의과대학 상계백병원 안과학교실¹, 건양대학교 김안과병원 안과학교실 명곡안연구소²

목적: 대조군과 혈액투석을 받고 있는 만성신부전 환자에서 안압, 망막신경섬유층 두께, 중심각막 두께를 측정하여 두 군 간의 차이와 혈액투석 전후의 변화를 살펴보고자 하였다.

대상과 방법: 혈액투석을 받고 있는 만성신부전 환자 36명의 36안과 대조군 54명의 54안을 대상으로 하였다. 실험군과 대조군에서 모두 안압측정, 중심각막두께 측정, 망막신경섬유층 두께 측정을 포함한 안과 검사가 이루어졌다. 실험군은 혈액투석 1시간 후에 안압, 망막신경섬유층 두께, 중심각막두께를 다시 측정하였다.

결과: 망막신경섬유층 두께는 실험군이 대조군에 비해 평균 $14.84 \pm 5.61 \mu\text{m}$ 얇았다($p < 0.001$). 실험군에서 투석 전과 투석 후를 비교 하였을 때 안압은 평균 $1.63 \pm 3.27 \text{ mmHg}$ 감소하였고($p = 0.005$), 망막신경섬유층 두께($p = 0.148$)와 중심각막두께($p = 0.352$)는 투석 전후 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론: 혈액투석을 받는 만성신부전 환자는 대조군보다 얇은 망막신경섬유층을 가지고 있으며, 혈액투석 후 안압이 감소하는 소견을 보였다. 혈액투석을 받는 만성신부전 환자의 안질환 평가 시 이러한 변화를 고려해야 할 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2012;53(11):1657-1662〉

만성신부전은 사구체여과율의 영구적인 감소로 인해 만성적인 신기능 저하를 보이며 투석 또는 신장이식 등의 신 대체요법을 요하는 질환이다. 만성신부전 환자에서 장기간의 혈액투석은 저혈압, 근경련, 투석불균형증후군, 흉통과 부정맥, 고혈압, 간질발작 등 여러 가지 합병증을 야기할 수 있으며 이러한 신체적인 문제들은 체액의 제거로 인한 저혈압과 세포외전해질의 변화와 관련이 있다.^{1,2} 또한 만성신부전 환자에서 장기간의 혈액투석은 안구의 여러 변화를 유발할 수 있다. 건성안, 백내장, 삼출성 망막박리, 시신경 병증 등이 있으며 또한 만성신부전 환자에서 동반하는 당뇨, 고혈압, 요독증, 빈혈 등에 의해 망막병증 및 시신경병증이 이차적으로 발생할 수 있다.³⁻⁸

혈액투석 전후의 안압 변화에 대해서는 많은 연구가 이루어졌으나 변화 정도에 대해서는 보고마다 차이가 있다. 체액의 과도한 제거로 안압이 감소한다는 보고가 있는가 하면^{9,10} 혈중 오스몰 농도의 감소를 유발시켜 안구내로 체액의 이동이 일어나 안압이 상승한다는 보고도 있으며¹¹⁻¹³

또한 혈액투석 전후에 유의한 안압의 변화가 없다는 보고도 있다.¹⁴⁻¹⁶

망막신경섬유층의 두께는 시신경 손상의 구조적 지표로 사용되고 있으며 만성신부전 환자에서 요산에 의한 독성, 빈혈 및 저혈압에 기인하는 말초조직의 허혈 등에 의해 감소할 수 있다.¹⁷

중심각막두께는 안압 측정에 영향을 미치는 중요한 인자로서 안압의 변화와 마찬가지로 중심망막두께 또한 혈액투석 전후로 체액의 변화와 혈중 오스몰 농도의 감소로 인해 변화할 수 있다.¹⁸

본 연구에서는 혈액투석을 받고 있는 만성신부전 환자와 대조군에서 안압, 망막신경섬유층 두께, 중심각막두께를 측정하여 비교하고 혈액투석 전후의 변화를 분석하였다. 또한 혈액투석군에서의 계측값이 혈중 오스몰 농도 변화 및 체중변화, 혈중 크레아티닌 수치와 투석기간과 연관이 있는지 통계적으로 분석하였다.

대상과 방법

2011년 4월부터 2011년 8월까지 인제대학교 상계백병원 신장내과에서 1년 이상 혈액투석을 시행 받고 있으며 본 연구에 동의하는 환자 36명의 36안, 정상안 54명의 54안을 대상으로 하였다. 통계학적 비교는 양안 중에서 한 눈을 무

■ 접 수 일: 2012년 2월 10일 ■ 심사통과일: 2012년 6월 14일
■ 게재허가일: 2012년 10월 16일

■ 책임저자: 이 주 화

서울특별시 노원구 동일로 1342
인제대학교 상계백병원 안과
Tel: 02-950-1096, Fax: 02-935-6904
E-mail: joohlee@paik.ac.kr

작위로 선택하여 시행하였다. 실험군과 대조군은 전안부에서 특이소견이 없고 안저 검사에서 당뇨나 혈압에 의한 망막병증 및 기타 특이소견이 없으며 시야검사에서 녹내장성 변화가 없는 사람을 대상으로 하였다. 양안교정시력이 0.5 이상, 안압이 정상범위이며 전방각경 검사상 전방각이 열려 있고, 유두 함몰비가 0.5 이하, 그리고 안압에 영향을 주는 약제(스테로이드, 이뇨제, beta-blocker 등)를 사용하지 않는 환자를 포함하였다. 안수술의 과거력이 있거나 녹내장을 비롯한 안과적 질환으로 치료받고 있는 경우는 제외하였다.

연구에 필요한 피험자의 선정은 본인의 자발적인 의사에 부합하는 경우에만 적용하였으며 본 연구에 관련된 모든 절차는 연구윤리심의위원회의 승인(SPIRB11-045)과 검사에 대한 설명 및 동의서 작성의 절차를 거친 후 시행하였다.

대조군은 기본검사로 시력검사, 세극등현미경 검사, 안저검사, 전방각경 검사, 시야검사, 골드만 압평안압계를 이용한 안압측정, 중심각막두께 측정, 빛간섭단층촬영을 이용한 망막신경섬유층 두께 측정을 하였다.

실험군에서 혈액투석은 주 3회 이루어졌으며 1회당 4시간 내외로 일정하게 시행되었다. 실험군은 투석 전 시력검사, 세극등현미경 검사, 안저검사, 전방각경 검사, 시야검사, 골드만 압평안압계를 이용한 안압측정, 중심각막두께 측정, 빛간섭단층촬영을 이용한 망막신경섬유층 두께 측정을 하였으며 혈중 오스몰 농도와 체중, 혈중 크레아티닌 수치를 측정하였다. 투석 후 1시간에 안압, 망막신경섬유층 두께, 중심각막두께와 함께 혈중 오스몰 농도, 체중을 다시 측정하여 비교하였다.

시야검사는 굴절률 및 나이를 보정하여 Humphrey 자동시야검사(Zeiss-Humphrey, San Leandro, CA, USA)의 SITA-Standard strategy로 검사하였으며 표준지표(global indices)인 Mean Deviation (MD)와 Pattern Deviation (PD) 값을 구해 비교하였다. 망막신경섬유층 두께는 빛간섭단층촬영(Stratus optical coherence tomography3, software version 3.0; Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA)의 fast RNFL thickness 3.4 scan을 이용하여 측정하였으며 빛간섭단층촬영 결과는 signal strength가 7.0 이상인 경우에만 연구에 포함시켰다. 중심각막두께는 A-mode 초음파를 이용하여 각막중심부의 두께를 5회 측정하여 그 평균값을 수집하였고 모든 검사는 검사자에 의한 편이를 줄이기 위해 동일한 검사자에 의해 시행하였다.

통계적 분석은 SAS Version 1.93을 사용하였으며 실험군과 대조군의 나이, 시력, 시신경유두함몰비, 안압, 망막신경섬유층두께, 중심각막두께는 unpaired *t*-test를 이용하여 비교하였고, 환자군과 대조군의 성별분포는 Fisher's

exact test를 이용하였으며 실험군에서 투석 전후 안압, 망막신경섬유층두께, 중심각막두께, 혈청 오스몰농도, 체중의 변화는 paired *t*-test를 이용하여 비교하였다. 모든 경우에서 *p*-value는 0.05 미만인 경우를 의미가 있는 것으로 해석하였다.

결 과

전체 90명의 대상자 중 실험군은 36명, 대조군은 54명이었다. 실험군은 남자가 22명(61%), 여자가 14명(39%)으로 평균 연령은 45.22 ± 11.72 세였고 대조군은 남자가 30명(56%), 여자가 24명(44%)으로 평균연령은 44.07 ± 13.17 세였다. 각 대상군을 나이와 성별에 따라 비교한 결과, 각 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 또한 최대교정시력, 시신경유두함몰비, 안압, 중심각막두께도 각 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 망막신경섬유층 두께의 경우에는 실험군이 $89.45 \pm 15.33 \mu\text{m}$, 대조군이 $104.30 \pm 9.73 \mu\text{m}$ 로 실험군이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 낮은 수치를 보였다(Table 1).

실험군에서 투석 전과 투석 후를 비교하였을 때 혈청 오스몰농도는 투석 전 $310.42 \pm 7.20 \text{ mOsm/kg}$, 투석 후 $293.54 \pm 6.45 \text{ mOsm/kg}$ 로 평균 감소량은 $16.88 \pm 6.62 \text{ mOsm/kg}$ 였다($p < 0.001$). 체중은 투석 전 $62.1 \pm 13.3 \text{ kg}$, 투석 후 $59.5 \pm 12.6 \text{ kg}$ 으로 평균 감소량은 $2.6 \pm 1.6 \text{ kg}$ ($p < 0.001$)이었다. 안압은 투석 전 $16.52 \pm 2.95 \text{ mmHg}$, 투석 후 14.88 ± 2.03 으로 투석 전에 비해 투석 후의 안압이 통계학적으로 유의하게 낮았다($p = 0.005$). 망막신경섬유층 두께는 투석 전 $89.45 \pm 15.33 \mu\text{m}$, 투석 후 $90.14 \pm 14.32 \mu\text{m}$ 로 투석 전후 통계학적으로 유의한 변화가 없었다($p = 0.148$). 중심각막두께는 투석 전 $552.47 \pm 25.63 \mu\text{m}$, 투석 후 $546.88 \pm 25.9 \mu\text{m}$ 로 투석 전후 감소하는 경향을 보이나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($p = 0.352$)(Table 2).

투석 전후 의미 있는 변화를 Pearson's correlation analysis로 분석하였을 때 안압의 변화는 체중의 변화, 혈청 오스몰농도의 변화, 혈액투석기간, 혈중 크레아티닌 수치와 유의한 관계가 없었다($p = 0.471$, $p = 0.674$, $p = 0.949$, $p = 0.274$).

고 찰

본 연구에서 망막신경섬유층 두께는 실험군이 대조군에 비해 평균 $14.84 \pm 5.61 \mu\text{m}$ 얇았다($p < 0.001$). 실험군 중에서 투석 전과 투석 후를 비교하였을 때 안압은 투석 전

Table 1. Characteristics of the overall subjects

	Control group (n = 54)	Hemodialysis group (n = 36)	p-value
Sex (M/F)	30/24	22/14	0.666*
Age (yrs)	44.07 ± 13.17	45.22 ± 11.72	0.673 [†]
Best-corrected visual acuity (log MAR)	0.06 ± 0.09	0.08 ± 0.10	0.153 [†]
Cup-to-disc ratio	0.43 ± 0.06	0.42 ± 0.05	0.373 [†]
Intraocular pressure (mm Hg)	16.56 ± 2.70	16.52 ± 2.95	0.939 [†]
Retinal nerve fiber layer thickness (μm)	104.30 ± 9.73	89.45 ± 15.33	<0.001 [†]
Central corneal thickness (μm)	559.85 ± 29.26	552.47 ± 25.63	0.222 [†]
Duration of dialysis (mons)		33.06 ± 17.67	
Serum Cr (mg/dL)		7.40 ± 3.20	

Values are presented as number or mean ± SD.

*Fisher's exact test; [†]Unpaired *t*-test.

Table 2. Comparison of parameters before and after hemodialysis in patients with hemodialysis group

	Before hemodialysis	After hemodialysis	p-value*
Intraocular pressure (mm Hg)	16.52 ± 2.95	14.88 ± 2.03	0.005
Retinal nerve fiber layer thickness (μm)	89.45 ± 15.33	90.14 ± 14.32	0.148
Central corneal thickness (μm)	552.47 ± 25.63	546.88 ± 25.9	0.352
Serum osmolarity (mOsm/kg)	310.42 ± 7.20	293.54 ± 6.45	<0.001
Body weight (kg)	62.1 ± 13.3	59.5 ± 12.6	<0.001

Values are presented as mean ± SD.

*Paired *t*-test.

16.52 ± 2.95 mmHg에서 투석 후 14.88 ± 2.03 mmHg로 평균 1.63 ± 3.27 mmHg 감소하였고($p=0.005$), 망막신경섬유층 두께($p=0.148$)와 중심각막두께($p=0.352$)는 투석 전후 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서는 혈액투석을 받는 만성신부전 환자에서 정상 대조군에 비해 망막신경섬유층 두께가 의미 있게 감소한 결과를 보여주었다. Demir et al¹⁷은 혈액투석을 받는 만성신부전 환자에서 대조군에 비해 망막신경섬유층이 감소한 결과를 발표하였는데, 이는 본 연구의 결과와 일치한다. 망막신경섬유층 두께의 감소의 원인으로는 나이, 안압, 당뇨병, 갑상선 기능이상, 신부전 등이 있다.¹⁹⁻²⁴ Balazsi et al²⁵은 연령에 따라 망막신경섬유층 두께의 감소를 보고하였고, 여러 연구에서 비증식당뇨망막병증에서 망막신경섬유층의 소실을 보고하고 있다.^{21-23,26,27} 대조군은 나이, 성별, 시력, 안압을 짝짓기(matching)를 통해 설정하였으므로 나이나 안압에 대한 요인은 배제할 수 있을 것이다. 또한 안저검사에서 당뇨망막증이 없는 환자들을 대상으로 하였으므로 이로 인한 망막신경섬유층의 영향도 배제할 수 있을 것이다. 54명의 대조군은 당뇨의 병력이 없었고 36명의 환자 중에서 24명은 당뇨의 병력이 있었다. Lopes et al²²은 당뇨망막병증이 없는 당뇨병 1형 환자에서 의미 있는 망막신경섬유층 소실을 보고하였으며 대조군에 비해 당뇨망막병증이 없는 당뇨병 1형 환자에서 평균 6.50 μm의 망막신경섬유층 감소를 보였다. 이는 당뇨의 병력만으로도 망막신경섬유층에 영향을 줄 수 있음을 나타낸다. 그러나

본 연구에서 실험군과 대조군의 망막신경섬유층 두께의 차이의 평균은 14.84 μm를 보였으며 이는 당뇨의 병력 이외에 망막신경섬유층 두께에 영향을 주는 다른 요인이 있음을 나타낸다.

Knox et al²⁸은 만성신부전 환자에서 요독성 시신경병증을 보고하였다. 또한 만성신부전 환자들은 고혈압, 동맥경화, 빈혈 등을 흔히 동반하며 이는 허혈성 시신경 병증을 야기하는 인자가 될 수 있다.¹⁹ Servilla and Groggel²⁹은 혈액투석 후 저혈압에 기인한 허혈성 시신경 병증의 증례를 발표하였고 많은 생체실험과 동물실험을 통해 조직의 저산소증은 망막신경절세포 사멸과 시신경 유두 위축을 초래하는 것으로 알려졌다.^{30,31} 따라서 본 연구에서 혈액투석을 받는 만성신부전 환자에서 망막신경섬유층 두께의 감소는 당뇨, 요독성 시신경병증, 허혈성 시신경병증에 의한 것으로 보인다.

실험군과 대조군의 비교에서 안압과 중심각막두께는 유의한 차이가 없었는데, 이는 Demir et al¹⁷의 연구결과와 일치한다.

한편, 본 연구에서는 만성신부전 환자에서 혈액투석 전후 안압이 유의하게 감소한 결과를 보였다. 혈액투석이 안압의 변화에 미치는 영향에 대한 지금까지의 연구 결과를 살펴보면 3가지로 나뉘고 있음을 알 수 있다. 몇몇 연구에서는 안압이 올라가고,¹¹⁻¹³ 또 다른 연구에서는 유의한 변화가 없다고¹⁴⁻¹⁶ 발표하였다. Costagliola et al⁹과 Tokuyama et al¹⁰의 연구에서는 안압이 감소하였다고 보고하여 본 연

구의 결과와 일치하였다. 안압하강의 가능한 기전에는 체액의 과도한 제거, 각막두께의 감소, 검사자내의 오류 등을 들 수 있다. 체액의 제거는 본 연구에서 투석 전후 체중의 감소를 의미한다. 그러나 Pearson's correlation analysis로 분석하였을 때 안압의 변화는 체중의 변화와 유의한 관계를 보이지 않았다. 각막두께는 본 연구에서 투석 전후 감소하는 경향을 보이나 그 변화량이 통계학적으로 유의하지는 않았다($p=0.352$). 하지만 각막두께의 평균 감소량이 $5.58 \pm 35.48 \mu\text{m}$ 로 이는 안압 측정에 영향을 주는 인자로 작용했을 것으로 보인다. 골드만압평안압계는 각막두께가 $520 \mu\text{m}$ 일 때 가장 정확하게 측정되도록 고안되어 있어^{32,33} 각막의 두께가 $520 \mu\text{m}$ 보다 얇을 때는 압평하는 힘에 대한 저항이 적어 실제보다 낮게 측정되며 각막의 두께가 증가할 시는 교원질이 증가하여 안압이 실제보다 높게 측정된다.³⁴⁻³⁶ 따라서 투석 전후의 안압하강은 각막두께의 감소로 인해 안압이 낮게 측정되는 결과의 영향도 있을 것이다. 반면에 이전 논문들에서,^{37,38} 혈액투석 후 안압의 유의한 변화는 체액량, 혈청 오스몰 농도, 중심각막두께의 변화에 따른 영향이라기보다는 접촉식 안압계를 측정하는 관찰자내 오차가 영향을 주었을 것이라고 말하기도 하였다.

만성신부전 환자는 다양한 기저질환을 가지고 있기 때문에 눈에도 여러 질환들이 동반될 가능성이 있다. 특히 망막 신경섬유층과 안압은 녹내장 진단에 중요한 요인들이다. 본 연구의 결과에서 나타난 얇은 망막신경섬유층과 투석에 의한 안압 변화는 녹내장의 정확한 평가에 영향을 줄 수 있다. 따라서 만성신부전 환자의 녹내장 평가 시 이러한 점을 고려해야 할 것이다.

본 연구는 혈액투석을 받는 만성신부전 환자의 망막신경 섬유층 두께가 감소한다는 것과 혈액투석 전후로 안압이 감소한다는 것으로 결론지을 수 있다. 당뇨망막병증 없는 당뇨도 망막신경섬유층 두께에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 당뇨 병력이 없는 환자들을 대상으로 한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다. 실험군은 이미 투석을 시행하고 있는 환자들로 구성되어있는데 투석을 시작하기 전 환자들을 대상으로 투석을 장기간하면서 생기는 망막신경 섬유층 두께의 변화를 분석하는 연구도 필요할 것으로 보인다. 이러한 전향적 연구는 망막신경섬유층 두께 변화의 시기나 두께 변화에 영향을 미치는 인자에 대한 명확한 인과관계를 밝히는 데 도움이 될 것이다. 또한 만성신부전 환자에서 혈청 크레아티닌 이외에 혈액요소질소, 사구체 여과율, 크레아티닌 청소율 등 신장 기능을 평가할 수 있는 다른 생화화적인 검사와 망막신경섬유층 두께와의 연관성에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다. 또한 혈액투석 후 의미있는 안압의 감소에 대하여 좀 더 명확한 인과관계가

밝혀져야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- 1) Brancati FL, Whelton PK, Randall BL, et al. Risk of end-stage renal disease in diabetes mellitus: a prospective cohort study of men screened for MRFIT. Multiple Risk Factor Intervention Trial. *JAMA* 1997;278:2069-74.
- 2) Comstock TJ. Renal dialysis. In: Young LY, Koda-Kimble MA, eds. *Applied Therapeutics: The Clinical Use of Drugs*, 6th ed. Vancouver: WA, 1995; v. 31. chap. 1-15.
- 3) Guy J, Johnston PK, Corbett JJ, et al. Treatment of visual loss in pseudotumor cerebri associated with uremia. *Neurology* 1990;40:28-32.
- 4) Walsh FB, Brown JR. Bilateral blindness of sudden onset. *Trans Ophthalmol Soc Aust* 1963;23:13-27.
- 5) Olivieri NF, Buncie JR, Chew E, et al. Visual and auditory neurotoxicity in patients receiving subcutaneous deferoxamine infusions. *N Engl J Med* 1986;314:869-73.
- 6) Dursun D, Demirhan B, Oto S, Aydin P. Impression cytology of the conjunctival epithelium in patients with chronic renal failure. *Br J Ophthalmol* 2000;84:1225-7.
- 7) Aktaş Z, Ozdek S, Asli Dinç U, et al. Alterations in ocular surface and corneal thickness in relation to metabolic control in patients with chronic renal failure. *Nephrology (Carlton)* 2007;12:380-5.
- 8) Porter R, Crombie AL. Corneal and conjunctival calcification in chronic renal failure. *Br J Ophthalmol* 1973;57:339-43.
- 9) Costagliola C, Cotticelli L, Di Benedetto A, et al. The influence of hemodialysis on intraocular pressure: a study of the correlation of selected parameters. *Glaucoma* 1989;11:142-5.
- 10) Tokuyama T, Ikeda T, Sato K. Effect of plasma colloid osmotic pressure on intraocular pressure during haemodialysis. *Br J Ophthalmol* 1998;82:751-3.
- 11) Tovbin D, Belfair N, Shapira S, et al. High postdialysis urea rebound can predict intradialytic increase in intraocular pressure in dialysis patients with lowered intradialytic hemoconcentration. *Nephron* 2002;90:181-7.
- 12) Burn RA. Intraocular pressure during haemodialysis. *Br J Ophthalmol* 1973;57:511-3.
- 13) Watson AG, Greenwood WR. Studies on the intraocular pressure during hemodialysis. *Can J Ophthalmol* 1966;1:301-7.
- 14) De Marchi S, Cecchin E, Tesio F. Intraocular pressure changes during hemodialysis: prevention of excessive dialytic rise and development of severe metabolic acidosis following acetazolamide therapy. *Ren Fail* 1989;11:117-24.
- 15) Austin JN, Klein M, Mishell J, et al. Intraocular pressures during high-flux hemodialysis. *Ren Fail* 1990;12:109-12.
- 16) Hojs R, Pahor D. Intraocular pressure in chronic renal failure patients treated with maintenance hemodialysis. *Ophthalmologica* 1997;211:325-6.
- 17) Demir MN, Eksioğlu U, Altay M, et al. Retinal nerve fiber layer thickness in chronic renal failure without diabetes mellitus. *Eur J Ophthalmol* 2009;19:1034-8.
- 18) Dinc UA, Ozdek S, Aktaş Z, et al. Changes in intraocular pressure, and corneal and retinal nerve fiber layer thickness during hemodialysis. *Int Ophthalmol* 2010;30:337-40.

- 19) Haider S, Astbury NJ, Hamilton DV. Optic neuropathy in uraemic patients on dialysis. *Eye (Lond)* 1993;7 (Pt 1):148-51.
- 20) Saini JS, Jain IS, Dhar S, Mohan K. Uremic optic neuropathy. *J Clin Neuroophthalmol* 1989;9:131-3.
- 21) Takahashi H, Goto T, Shoji T, et al. Diabetes-associated retinal nerve fiber damage evaluated with scanning laser polarimetry. *Am J Ophthalmol* 2006;142:88-94.
- 22) Lopes de Faria JM, Russ H, Costa VP. Retinal nerve fibre layer loss in patients with type 1 diabetes mellitus without retinopathy. *Br J Ophthalmol* 2002;86:725-8.
- 23) Ozdek S, Lonneville YH, Onol M, et al. Assessment of nerve fiber layer in diabetic patients with scanning laser polarimetry. *Eye (Lond)* 2002;16:761-5.
- 24) Day RM, Carroll FD. Optic nerve involvement associated with thyroid dysfunction. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1961;59:220-38.
- 25) Balazsi AG, Rootman J, Drance SM, et al. The effect of age on the nerve fiber population of the human optic nerve. *Am J Ophthalmol* 1984;97:760-6.
- 26) Sugimoto M, Sasoh M, Ido M, et al. Detection of early diabetic change with optical coherence tomography in type 2 diabetes mellitus patients without retinopathy. *Ophthalmologica* 2005;219:379-85.
- 27) Lonneville YH, Ozdek SC, Onol M, et al. The effect of blood glucose regulation on retinal nerve fiber layer thickness in diabetic patients. *Ophthalmologica* 2003;217:347-50.
- 28) Knox DL, Hanneken AM, Hollows FC, et al. Uremic optic neuropathy. *Arch Ophthalmol* 1988;106:50-4.
- 29) Servilla KS, Groggel GC. Anterior ischemic optic neuropathy as a complication of hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1986;8:61-3.
- 30) Osborne NN, Ugarte M, Chao M, et al. Neuroprotection in relation to retinal ischemia and relevance to glaucoma. *Surv Ophthalmol* 1999;43:S102-28.
- 31) Grieshaber MC, Flammer J. Blood flow in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:79-83.
- 32) Herndon LW, Choudhri SA, Cox T, et al. Central corneal thickness in normal, glaucomatous, and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol* 1997;115:1137-41.
- 33) Ehlers M, Hansen FK. Further data on biometric correlations of central corneal thickness. *Acta Ophthalmologica (Copenh)* 1976;54:774-8.
- 34) Medeiros FA, Sample PA, Zangwill LM, et al. Corneal thickness as a risk factor for visual field loss in patients with preperimetric glaucomatous optic neuropathy. *Am J Ophthalmol* 2003;136:805-13.
- 35) Johnson M, Kass MA, Moses RA, Grodzki WJ. Increased corneal thickness simulating elevated intraocular pressure. *Arch Ophthalmol* 1978;96:664-5.
- 36) McMillan F, Forster RK. Comparison of Mackay-marg, Goldmann, and Perkins tonometers in abnormal corneas. *Arch Ophthalmol* 1975;93:420-4.
- 37) Thorburn W. The accuracy of clinical applanation tonometry. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1978;56:1-5.
- 38) Dielemans I, Vingerling JR, Hofman A, et al. Reliability of intraocular pressure measurement with the Goldmann applanation tonometer in epidemiological studies. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994;32:141-4.

=ABSTRACT=

The Effect of Hemodialysis on Intraocular Pressure, Retinal Nerve Fiber Layer Thickness and Corneal Thickness

Yong Seok Kang, MD¹, Young Hoon Hwang, MD², Jae Suk Kim, MD¹, Joo Hwa Lee, MD¹

*Department of Ophthalmology, Inje University Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine¹, Seoul, Korea
Myung-Gok Eye Research Institute, Department of Ophthalmology, Kim's Eye Hospital, Konyang University², Daejeon, Korea*

Purpose: To compare the intraocular pressure (IOP), retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness and central corneal thickness (CCT) in healthy individuals and patients with chronic renal failure (CRF) undergoing hemodialysis, and to evaluate the changes in each parameter before and after hemodialysis in patients with CRF.

Methods: Thirty-six eyes of 36 patients with CRF undergoing hemodialysis were included in the hemodialysis group and 54 eyes of 54 healthy subjects were recruited as the control group. All subjects underwent a complete eye examination, including best-corrected visual acuity (BCVA), slit lamp examination, dilated funduscopy examination, gonioscopy, automated perimetry, IOP measurement, corneal pachymetry, and evaluation of RNFL thickness. In the hemodialysis group, IOP, RNFL thickness, and CCT were measured again within 1 hour of hemodialysis.

Results: Age, sex, BCVA, cup-to-disc ratio, IOP, and CCT were not statistically different between the 2 groups. The RNFL of the hemodialysis group was statistically significantly thinner than the control group ($p < 0.001$). The IOP decreased from 16.52 ± 2.95 mm Hg to 14.88 ± 2.03 mm Hg after hemodialysis (1.63 ± 3.27 mm Hg; $p = 0.005$). The changes in RNFL thickness and CCT were not statistically significant ($p = 0.148$, $p = 0.352$).

Conclusions: In CRF patients with hemodialysis, RNFLs were thinner in the control group and hemodialysis induced significant IOP reduction. The results from the present study should be considered for the proper evaluation of ocular disorders in CRF patients with hemodialysis.

J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(11):1657-1662

Key Words: Central corneal thickness, Chronic renal failure, Hemodialysis, Intraocular pressure, Retinal nerve fiber layer thickness

Address reprint requests to **Joo Hwa Lee, MD**

Department of Ophthalmology, Inje University Sanggye Paik Hospital
#1342 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea
Tel: 82-2-950-1096, Fax: 82-2-935-6904, E-mail: joohlee@paik.ac.kr