▌Original Articles▌ Vol. 18, No. 4, December 2012 ISSN 2233-8136 http://dx.doi.org/10.5646/jksh.2012.18.4.166
Copyright ⓒ2012. The Korean Society of Hypertension

혈액투석 환자에서 생체 임피던스로 측정한 부종지수와 활동혈압의 상관관계 및 부종지수를 이용한 건체중 조절의 유용성

신정호, 김채림, 홍문기, 김수현, 유석희

중앙대학교 의과대학 내과학교실

Influences of Dry Weight Adjustment Based on Bioimpedance Analysis on Ambulatory Blood Pressure in Hemodialysis Patients

Jung-Ho Shin, MD, Chae Rim Kim, MD, Moonki Hong, MD, Su Hyun Kim, MD, Suk-Hee Yu, MD

Department of Internal Medicine, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

▌ABSTRACT▌

Background: Hypertension is a common problem for hemodialysis patients and is associated with an increased cardiovascular mortality. We analyzed ambulatory blood pressure (ABP) in hemodialysis patients and investigated if an adjustment of dry weight can be used to control blood pressure. **Methods:** ABP was measured for twenty-four hours after hemodialysis. A bioimpedance Analysis (BIA) was conducted. Patients were divided into two groups by the edema index. A normohydration (NH) group included patients with the edema index less than 0.40, and an overhydration (OH) group included patients with the edema index 0.40 or more. We accordingly adjusted the dry weight based on BIA results. **Results:** Thirty-six patients were recruited, comprising twenty-two men and fourteen women. In regard to the ABP, 24-hour systolic and diastolic blood pressures were 140.2 ± 19.7 mm Hg and 79.0 ± 10.6 mm Hg, respectively. There was a significant association between 24-hour systolic blood pressure and the edema index ($r = 0.501$, $p = 0.002$). Twenty four-hour systolic blood pressure was significantly different between the NH and OH groups (median value, 132.0 vs. 150.5 mm Hg; $p = 0.008$). In OH group, after adjustment of the dry weight, the edema index was decreased from 0.411 ± 0.009 to 0.389 ± 0.047 and office systolic blood pressure was also decreased from 144.7 ± 32.7 mm Hg to 125.3 ± 15.4 mm Hg in OH group ($p = 0.028$ and $p = 0.018$, respectively). **Conclusions:** The edema index obtained by the bioimpedance analysis is significantly correlated with 24-hour systolic blood pressure in hemodialysis patients. Also, an adjustment of dry weight can be used to control blood pressure in hemodialysis patients. **(J Korean Soc Hypertens 2012;18(4):166-175)**

Key Words: Ambulatory blood pressure monitoring; Renal dialysis; Hypertension

서 론

심혈관계질환은 만성 콩팥병 환자의 가장 흔한 사망원인이며, 만성 콩팥병 환자에서 고혈압은 매우 흔하고, 심혈관계 사망률을 증가시키는 중요한 원인으로 알려져 있다.[1] 만성 콩팥병이 있는 고혈압 환자의 경우 고위험군으로 분류되어 일반 고혈압 환자들에 비해 더욱 철저한 혈

논문접수일: 2012.12.1, 수정완료일: 2012.12.26, 게재승인일: 2012.12.26
교신저자: 유석희
주소: 서울시 동작구 흑석로 84 중앙대학교 의과대학 내과학교실
Tel: 02) 6299-3143, Fax: 02) 6299-2626
E-mail: shyu3cau@gmail.com

압조절이 추천되고 있다.[2)]

혈압측정방법으로 진료실에서 측정하는 혈압, 가정혈압 및 24시간 활동혈압(ambulatory blood pressure, ABP)을 측정할 수 있다. 그 중 ABP를 측정하는 것이 심혈관계 사망률의 예측에 도움이 된다고 보고되며, 만성 콩팥병과 같은 고위험 환자의 경우 그 중요성이 더욱 강조되고 있다.[3,4)] ABP 측정방법은 주간과 야간의 평균혈압을 확인하여 정확한 혈압조절을 이룰 수 있을 뿐 아니라, 혈압강하형태, 아침혈압상승 및 혈압변동성을 확인할 수 있으며, 각각의 중요성은 여러 연구에서 확인되고 있다.[5)]

만성 콩팥병 환자에서 고혈압 발생의 가장 중요한 원인은 체액과다로 알려져 있어,[6)] 혈액투석 환자에서 적절한 체액상태를 유지하는 것이 혈압을 조정하고 심혈관계질환의 발생을 예방하는데 중요하다.[7)] 따라서 혈액투석 환자에서 정확한 건체중를 설정하고, 적절한 체액상태를 유지하는 것은 혈압조절을 위해 필수이다.[8)] 전통적으로 건체중 설정은 임상 의사의 주관적 판단에 의지하는 경우가 많았으며, 최근에는 생체 임피던스분석을 통해 건체중을 조절하는 것이 가장 정확한 방법으로 제시되고 있다.[9,10)]

본 연구에서는 혈액투석을 받는 만성 콩팥병 환자들을 대상으로 ABP를 분석하였고, 진료실혈압, 생체 임피던스분석 및 임상적 검사결과와 상관관계를 확인하였다. 또한 생체 임피던스분석을 이용한 건체중조절을 통하여 혈압조절에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

중앙대학교병원에서 3개월 이상 혈액투석 중인 환자 41명을 대상으로 전향적 연구를 진행하였다. 36명의 환자가 참여하여 초기 평가를 시행하였다. 추적 기간에 3명의 환자가 신장이식, 전원 및 수술의 이유로 중도 탈락하였다. 이 연구는 대상자에게 충분한 설명 후 사전 고지된 동의서를 획득하였고, 중앙대학교병원 임상연구윤리심의위원회의 승인을 받고 진행하였다(C2011128 [578]).

2. 연구방법

환자들의 나이, 성별, 기저질환 및 혈액투석의 기간을 조사하였고, 혈압약의 복용 여부와 개수를 함께 기록하였다. 또한 실험실검사를 시행하였고, 투석 적절도와 혈중 brain natriuretic peptide (BNP) 수치를 측정하였다. 혈압측정은 진료실혈압과 ABP의 두 가지 방법으로 측정하였다. 진료실혈압은 혈액투석 후 앉은 상태의 혈압을 사용하였고, 이는 Mitra 등[11)]의 보고에 따라 투석 간 혈압과 가장 상관관계가 좋다는 결과에 기인하였다. 혈액투석 종료 후 TM-2430 ambulatory blood pressure monitor (A&D Co., Tochikubo, Japan)을 착용하여 ABP를 측정하였고, 다음 혈액투석일에 방문하여 기계를 반납하였다. 24시간의 평균 수축기 및 확장기 활동혈압을 계산하고, 야간혈압하강을 측정하였다. 주간혈압에 비해 야간혈압이 10% 이상 감소되는 경우를 야간혈압 강하자(dipper)로 정의하였고, 10% 미만으로 감소한 경우를 야간혈압 비강하자(non-dipper)로 정의하였다.[12)] 아침혈압상승은 아침에 깨어난 후 2시간 동안의 평균 수축기혈압과 수면 중 최저 혈압을 포함한 한 시간 동안의 평균 수축기혈압의 차이로 정의하였다.[13)] 혈압변동성은 24시간 혈압의 표준편차(standard deviation, SD)와 변동계수(coefficient of variation: SD of blood pressure/mean pressure)를 통해 측정하였다.[14)]

생체 임피던스분석은 Inbody S10 (Biospace Co., Seoul, Korea)을 이용하여 누운 자세로 30분 이상 안정을 취한 후 투석 전 시행하였다.[15)] 생체 임피던스분석을 통해 세포내액(intracellualr water), 세포외액(extracellular water) 그리고 총 체수분량(total body water)을 산출하였다. 부종지수(edema index)는 세포외액을 총 체수분량으로 나눈 값으로 정의하였다. 부종지수의 결과에 따라 부종지수가 0.40 미만의 환자를 정상체액군(normohydration group), 부종지수가 0.40 이상인 환자를 과체액군(overhydration group)으로 분류하여 분석하였다.[16)] 생체 임피던스분석의 결과에 기초하여 부종지수가 높은 환자들은 건체중과 혈압약을 조절하였다. 6개월간의 추적 후 생체 임피던스분

석과 BNP 결과, 진료실혈압을 측정하였고 복용 중인 혈압약의 유무 및 개수를 확인하였다.

3. 통계

본 연구의 결과는 SPSS ver. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계분석을 시행하였고, 결과는 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 비모수분석인 Mann-Whitney U-test 또는 Wilcox signed-rank test를 사용하였고, 범주형 변수의 경우 chi-square test를 이용하여 분석하였다. 상관관계에는 Pearson 상관분석을 이용하였다. 통계적 유의성은 $p < 0.05$일 때 유의하다고 판단하였다.

결 과

1. 대상군의 특성

대상 환자는 남자 22명(61.1%)과 여자 14명(38.9%)이었고, 평균연령은 57.9 ± 11.4세였다. 투석기간은 39.5개월(2–290)이었으며, 당뇨병에 의해 말기신부전이 발생한 환자는 19명(52.8%)이었다. 평균 진료실혈압은 수축기혈압 136.2 ± 27.2 mm Hg, 확장기혈압 70.9 ± 13.6 mm Hg로 확인되었다. 대상 환자들은 평균 2.0 ± 1.2개의 혈압약을 복용하고 있었다(Table 1).

Table 1. Baseline characteristics

	Total (n = 36)
Male	22 (61.1)
Age (yr)	58.0 ± 11.0
Duration of hemodialysis (mo)	39.5 (2–290)
Diabetes	19 (52.8)
Office blood pressure (mm Hg)	
Systolic BP	136.2 ± 27.2
Diastolic BP	70.9 ± 13.6
No. of antihypertensive medication	2.0 ± 1.2
Urea reduction ratio (%)	74.0 ± 5.7
Kt/Vurea	1.59 ± 0.28
24-hour blood pressure (mm Hg)	
Systolic BP	140.2 ± 19.7
Diastolic BP	79.0 ± 10.6
Standard deviation (mm Hg)	
Systolic BP	19.1 ± 4.8
Diastolic BP	13.8 ± 4.1
Coefficient of variation (%)	
Systolic BP	13.1 ± 4.6
Diastolic BP	17.3 ± 6.3
Morning BP surge (mm Hg)	14.0 ± 15.0
Non-dippers	28 (77.8)

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).
BP, blood pressure.

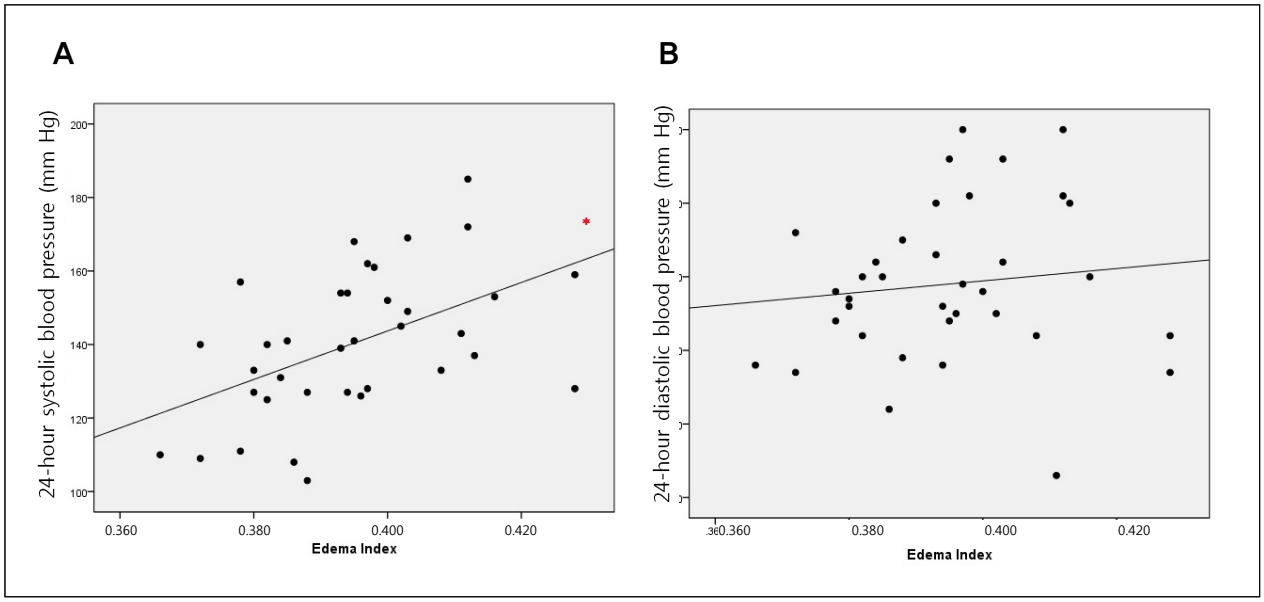

Fig. 1. Relationship between 24-hour blood pressure and edema index. This shows that 24-hour systolic blood pressure is significantly correlates with edema index (A), however, 24-hour diastolic blood pressure is not correlates with edema index (B). *p 〈 0.05.

2. 24시간 활동혈압측정

ABP 측정결과 평균혈압은 수축기혈압이 140.2 ± 19.7 mm Hg, 확장기혈압이 79.0 ± 10.6 mm Hg이었다. 야간 혈압 강하자는 8명(22.2%)이었고, 비강하자는 28명(77.8%)이 포함되었다. 아침혈압상승은 평균 14.0 ± 15.0 mm Hg이었으며, 혈압의 표준편차와 변동계수는 수축기

Table 2. Differences between NH group and OH group

	NH group (n = 24) (edema index < 0.40)	OH group (n = 12) (edema index ≥ 0.40)	p-value
Age (yr)	56.0 ± 11.1	61.8 ± 11.5	0.159
Male	14 (58.3)	8 (66.7)	0.727
Duration of hemodialysis (mo)	36.7 ± 36.6	85.5 ± 76.3	0.006
Diabetes	12 (50)	7 (58.3)	0.732
Office blood pressure (mm Hg)			
Systolic BP	132.1 ± 23.9	144.7 ± 32.7	0.271
Diastolic BP	73.9 ± 12.3	64.7 ±14.5	0.089
No. of antihypertensives	2.0 ± 1.2	1.9 ± 1.2	0.778
Hematocrit (%)	34.6 ± 4.2	32.7 ± 1.8	0.065
Total protein (g/dL)	6.8 ± 0.5	6.5 ± 0.5	0.154
Albumin (g/dL)	3.9 ± 0.2	3.8 ± 0.3	0.317
Sodium (mEq/L)	137.9 ± 2.8	138.8 ± 3.4	0.435
Potassium (mEq/L)	4.7 ± 0.7	4.4 ± 0.7	0.187
BNP (pg/mL)	153.1 ± 164.5	493.1 ± 604.3	0.080
Urea reduction ratio (%)	73.0 ± 5.6	75.8 ± 5.7	0.182
Kt/Vurea	1.54 ± 0.244	1.68 ± 0.33	0.203
ECW/TBW	0.386 ± 0.009	0.411 ± 0.009	<0.001

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).
NH, normohydration; OH, overhydration; BP, blood pressure; BNP, brain natriuretic peptide; ECW, extracellular water; TBW, total body water.

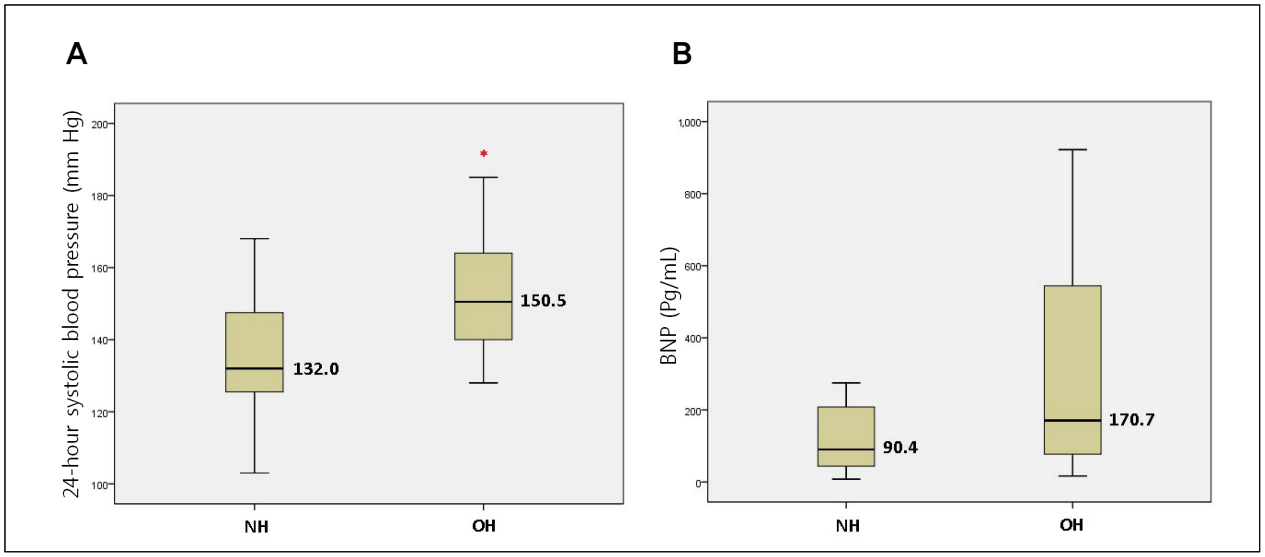

Fig. 2. Differences of 24-hour systolic blood pressure and brain natriuretic peptide (BNP) level between normohydration (NH) group and overhydration (OH) group. 24-hour systolic blood pressure in OH is significantly higher than that in NH (A), but BNP level is not statistically different between two groups (B). *p < 0.05.

혈압이 19.1 ± 4.8 mm Hg, 13.1% ± 4.6%, 확장기혈압이 13.8 ± 4.1 mm Hg, 17.3% ± 6.3%로 확인되었다(Table 1). ABP 결과와 생체 임피던스분석을 통해 산출된 부종지수와의 상관성을 확인하였다. 부종지수는 평균 수축기혈압과 높은 상관관계를 보였으나(r = 0.501, p = 0.002), 평균 확장기혈압과는 상관관계를 보이지 않았다(Fig. 1). 또한 평균 수축기혈압은 BNP 결과와도 높은 상관관계를 보였다(r = 0.532, p = 0.001).

3. 부종지수에 따른 두 군과의 차이

두 군 간에 투석을 시행한 기간 외에는 성별, 나이, 과거력 등의 차이를 보이지 않았고, 혈색소 수치는 과체액군에서 다소 높은 결과를 보였으나, 나머지 실험실검사와 투석적절도 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). ABP의 경우 평균 확장기혈압은 두 군 간에 차이를 보이지 않았으나 평균 수축기혈압은 정상체액군에서 중위수 132.0 mm Hg, 과체액군에서 중위수 150.5 mm Hg로 큰 차이를 보였다(p = 0.008). 그러나 BNP 결과는 두 군 간에 통계적 유의성을 확인할 수 없었다(Fig. 2). 야간혈압 비강하자의 비율은 두 군 간에 유의한 차이를 보이지는 않았으나, 정상체액군의 경우 비강하자가 70.8%인데 반해, 과체액군의 경우 91.7%가 야간혈압 비강하자로 나타났다(p = 0.224).

4. 건체중조절 후 변화

건체중을 조절한 후 진료실혈압의 변화량을 관찰하였다(Table 3). 부종지수는 0.395 ± 0.144에서 0.386 ± 0.032로 감소하였고(p = 0.202), 이에 따라 수축기혈압도 135.2 ± 26.0 mm Hg에서 126.0 ± 13.8 mm Hg로 감소하였다(p = 0.083). 확장기혈압은 변화를 보이지 않았다. 특히 과체액군에서는 부종지수가 0.411 ± 0.009에서 0.389 ± 0.047로 감소함에 따라 수축기혈압이 144.7 ± 32.7 mm Hg에서 125.3 ± 15.4 mm Hg로 호전됨을 확인할 수 있었다(각각 p = 0.028, p = 0.018).

고 찰

만성 콩팥병 환자에서 고혈압은 원인이자 결과로, 보고에 따른 차이는 있으나 대략 70% 정도의 높은 유병률을 보인다.[17] 신장기능 악화를 예방하고 동반된 심혈관계 합병증의 발생을 예방하기 위해 이미 여러 가이드라인에서 일반 인구보다 혈압을 10 mm Hg 낮게, 또는 목표혈압을 130/80 mm Hg로 낮추도록 추천하고 있다.[18-20] 이러한 중요성에도 불구하고 실제 만성 콩팥병 환자에서 혈압조

Table 3. Changes after dry weight adjustment for six months in NH group and OH group

	Baseline (0 mo)	After adjustment (6 mo)	p-value
NH (n = 23)			
Office BP (mm Hg)			
Systolic BP	132.1 ± 23.9	126.4 ± 13.4	0.485
Diastolic BP	73.9 ± 12.3	74.6 ± 11.9	0.931
No. of antihypertensives	2.1 ± 1.2	2.2 ± 1.3	0.564
BNP (pg/mL)	153.1 ± 164.5	146.1 ± 170.7	0.291
ECW/TBW	0.386 ± 0.009	0.384 ± 0.025	0.972
OH (n = 10)			
Office BP (mm Hg)			
Systolic BP	144.7 ± 32.7	125.3 ± 15.4	0.018
Diastolic BP	64.7 ± 14.5	66.3 ± 10.2	0.779
No. of antihypertensives	1.9 ± 1.2	1.7 ± 1.3	0.748
BNP (pg/mL)	493.1 ± 604.3	170.8 ± 277.8	0.169
ECW/TBW	0.411 ± 0.009	0.389 ± 0.047	0.028

Values are presented as mean ± standard deviation.
NH, normohydration; OH, overhydration; BP, blood pressure; BNP, brain natriuretic peptide; ECW, extracellular water; TBW, total body water.

절은 적절하게 이루어지고 있지 않다.[21]

혈압조절에 있어서 측정방법은 고려되어야 할 중요한 사항이다. 일반적으로 사용하는 진료실혈압이 중요한 정보를 담고 있으나, 목표 장기의 손상에 대한 예측과 심혈관계 합병증 발생에 있어 ABP 측정이 외래혈압에 비해 높은 예측률을 보이는 것으로 확인되었다.[3] 특히 혈액투석을 받는 만성 콩팥병 환자들의 경우 진료실에서 측정하는 혈압이 실제 투석 간 혈압을 예측하는데 한계가 있음이 확인되고 있으며, 이는 백의고혈압효과 외에도 투석 환자들의 체액량 의존적인 혈압변화가 원인으로 제시되고 있다.[22-24] 본 연구에 포함된 환자들의 경우 진료실혈압을 기준으로 130/80 mm Hg를 넘는 환자는 16명(44.4%)으로 확인되었으나, Joint National Committee 7에[18] 따른 ABP의 기준인 주간혈압 135/85 mm Hg, 야간혈압 120/75 mm Hg를 넘는 환자는 28명(77.8%)으로 확인되었다.

만성 콩팥병 환자들의 ABP의 중요한 특징으로 야간혈압 비강하자의 유병률이 높다는 것을 들 수 있다.[4] 비강하자의 경우 외래혈압과 무관하게 심혈관계 합병증의 위험성이 높을 뿐만 아니라 신장기능 악화의 위험인자로 확인되고 있다.[25,26] 본 연구에서도 77.8%로 높은 비강하자의 유병률을 확인할 수 있었다. 이러한 비강하자의 발생원인으로 만성 콩팥병 환자에서 저하된 염분 및 수분제거를 그 원인으로 제시하고 있다.[27,28] 연구결과에서도 통계적으로 의미는 없었으나 부종지수가 높은 과체액군에서 비강하자의 비율이 높았던 것을 확인할 수 있었다. 그러나 본 연구에서 ABP를 추적하지 못하여 체액량 조절에 따른 강하형태가 변화되는지에 대해서는 확인할 수 없었다. Fagugli 등[29]은 주 3회 혈액투석을 받는 환자를 매일 혈액투석으로 전환하여 혈압과 체액량을 감소시킬 수는 있었으나, 강하형태의 변화는 없었다고 보고하였다. 비강하자의 발생에 있어 체액량과 관련된 문제 외에도 교감신경활성화 등 다른 요인들이 작용할 것으로 생각되고 있다.[30]

혈압강하형태의 변화와 함께 만성 콩팥병의 경우 아침고혈압이 흔하게 나타난다.[31,32] Mizuno 등[33]이 104명의 만성 콩팥병을 대상으로 시행한 연구에서 35%의 환자가 아침고혈압을 가지고 있고, 그들 중 86%가 상승형태가 아닌 지속형태로 확인되었다. 이를 본 연구대상자들에게 적용하여 분석해 보았다. 아침혈압상승은 14.0 ± 15.0 mm Hg로 36명의 환자들 중 47%인 17명이 아침고혈압을 가지고 있으며, 이들 중 14명이 지속형태였고, 3명만이 상승형태인 것을 확인할 수 있었다. 이는 만성 콩팥병 진행에 따라 강하형태가 강하에서 비강하로 변화함에 따라 아침고혈압도 상승형태가 아닌 지속형태로 바뀌는 것으로 생각된다.

Rothwell 등[34]은 심혈관계 합병증 발생의 중요한 예측인자로 혈압변동성의 중요성을 강조하며, 혈압의 변동성과 최고 수축기혈압이 평균 수축기혈압에 독립적으로 뇌혈관질환의 강력한 예측인자임을 증명하였다.[35,36] 이러한 중요성에도 불구하고 만성 콩팥병 환자나 투석 중인 환자를 대상으로 혈압변동성을 확인한 연구는 적으며, 한 연구에서만 ABP를 이용하여 분석하였다.[37-39] 본 연구에서의 혈압변동성은 Mitsuhashi 등[37]의 결과와 비슷한 수준으로 확인되었다. 이는 다른 만성 콩팥병 환자를 대상으로 하지 않은 연구에서의 결과보다 다소 높음을 확인할 수 있었다.[40,41]

혈액투석을 받는 만성 콩팥병 환자의 혈압조절을 위해서 고려되어야 할 중요한 문제는 건체중의 설정이다. 과체액상태는 만성 콩팥병 환자의 고혈압을 일으키는 중요한 원인일 뿐만 아니라,[42,43] 이미 많은 연구에서 과체액상태에 의한 좌심실비대 및 심부전 등과 같은 장기 합병증 발생을 보고하였다.[44,45] 따라서 혈액투석 환자의 혈압을 조절하고 심혈관계 합병증 발생을 예방하기 위해 적절한 체액상태를 유지하는 것이 필요하다. 이미 여러 연구에서 정확한 건체중을 설정하는 것만으로도 많은 경우에서 혈압을 조정하고 복용하는 혈압약을 줄일 수 있다고 보고하고 있다.[8,46]

건체중이란 저혈압이나 혈액량 감소의 증세를 보이지 않는 환자가 견딜 수 있는 최저체중을 일컫는다.[47] 그러나 대부분의 경우 임상 의사의 주관적 판단이나 이학적 검사, 단순 흉부 X선 검사를 이용하여 건체중이 설정되고 있으며, 이는 검사자의 주관에 따라 차이가 있을 수 있고 경도의 체액량 증가를 평가하기 어렵다는 문제점이 있

었다.[48] 이에 객관적인 체액량 평가를 위한 방법이 연구되었고 atrial natriuretic peptide, brain natriuretic peptide, cyclic guanosine monophosphate와 같은 생화학적 지표,[49,50] 초음파를 통한 하대정맥의 측정 등이 소개되었다.[51] 그러나 이러한 방법들은 기저치를 설정하기 어렵고, 검사의 복잡성과 비용의 문제 등으로 제한점이 나타났고, 이에 생체 임피던스분석을 이용한 방법이 가장 적합한 방법으로 제시되고 있다.[52,53] 그 중, 생체 임피던스분석을 이용한 방법은 재현성이 높고 측정이 용이하여 투석 환자에서 체액상태 평가에 이용되고 있으며, 이를 이용한 체액조절이 혈압조절에 도움이 된다고 보고되고 있다.[9,10] 본 연구에서는 세포외액과 총 수분량의 비율로 표현되는 부종지수를 이용하여 체중을 조절하였고, 이를 ABP와 비교하였다.

본 연구에서 24시간 평균 수축기혈압이 부종지수, BNP 결과와 높은 상관관계를 보였다. 부종지수와 BNP 결과는 모두 체액량, 즉 전부하의 양을 반영하는 수치이다. 전부하의 증가로 부종지수 또는 BNP 결과가 높은 환자들이 체액량이 정상인 환자들에 비해 수축기혈압이 높게 나타났을 것으로 생각된다. 이완기혈압의 경우 부종지수나 BNP 결과와 상관관계를 보이지 않았다. 이러한 체액 의존적인 혈압변화는 만성 콩팥병 환자에서 고혈압 발생을 설명하는 중요한 병인으로 다른 연구에서도 체액량 변화에 따른 투석 간 혈압변화를 보여주면서 이를 증명하고 있다.[24,54] 체액량에 따라 두 군으로 분류하였을 때에도 수축기혈압의 차이는 분명하게 확인할 수 있었다.

부종지수에 따른 두 군 간에는 수축기혈압의 차이 이외에도 혈액투석을 지속한 기간에서도 차이를 보였다. 잔여신기능이 남아있지 않은 혈액투석 환자들의 경우 투석실에서 설정된 건체중에 의해 환자의 체중이 결정된다. 잘못 설정된 건체중은 과체액 또는 저체액상태를 유발하게 되며 이러한 경우가 반복될수록 환자들은 더욱 잘못된 체액상태에 빠지게 된다. 그러나 저체액상태는 투석 중 저혈압을 유발하게 되기 때문에 증상 및 징후가 거의 없는 과체액상태가 되는 것이 더욱 쉽겠다. 통계적인 유의성은 없었으나 헤마토크리트 수치의 차이도 확인할 수 있었다. 헤마토크리트 수치는 체액량에 따라 희석되는 검사결과로 대상자 수가 증가하면 유의성이 나타날 수도 있을 것으로 생각된다.

본 연구결과 생체 임피던스분석을 이용하여 체액상태를 평가하고 체중을 조절하는 것이 수축기혈압을 조절하는데 효과적임을 확인할 수 있었다. 이는 혈액투석 및 복막투석 환자들을 대상으로 생체 임피던스분석을 이용한 다른 연구결과와 같은 결론을 이끌어내었다.[10,55] BNP 결과의 경우 통계적으로 유의하지는 않으나 감소를 보였다. 이는 대상자 수가 적고, BNP 결과 자체가 개인 간의 격차가 크기 때문일 것으로 생각된다. 혈압약의 수에 있어서는 감소를 확인할 수 없었다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 대상 환자의 수가 많지 않아 통계적 유의성을 확인하는데 한계가 있었다. 모수통계를 사용하지 못하고 대부분의 분석은 비모수통계를 사용하여 분석하였고 환자들의 편차가 크게 나타났다. 그러나 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 혈액투석 환자를 대상으로 ABP를 측정하고 분석하였으며, 생체 임피던스분석의 결과와 높은 상관관계를 가진다는 것을 확인할 수 있었고, 전향적으로 이를 이용한 건체중의 조절이 투석 환자들의 혈압조절에 중요한 역할을 할 수 있음을 제시하였다.

결론으로 생체 임피던스분석을 통해 도출된 부종지수는 혈액투석을 받는 만성 콩팥병 환자들의 체액상태를 정확히 평가하는데 도움을 줄 수 있고, 도출된 부종지수는 ABP의 평균 수축기혈압과 높은 상관관계를 보이며, 이를 이용하여 건체중을 적절하게 조절함으로써 혈액투석 환자들의 혈압조절에 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

연구배경: 혈액투석을 받는 환자에서 고혈압은 흔하게 나타나며, 이는 심혈관계 사망률의 증가와 관련되어 있다. 본 연구에서는 혈액투석 환자들의 활동혈압을 분석하고, 건체중의 조절을 통해 혈압조절에 도움이 될 수 있는지 알아보았다.

방법: 중앙대학교병원에서 3개월 이상 혈액투석을 시행

한 환자들을 대상으로 하였다. 24시간 활동혈압은 혈액투석 후 24시간 동안 측정되었고, 생체 임피던스분석은 혈액투석 전 누운 자세로 측정하였다. 환자들은 생체 임피던스분석을 통해 계산된 부종지수에 따라 두 군으로 분류되었다. 부종지수가 0.40 미만인 환자는 정상체액군, 부종지수가 0.40 이상인 경우 과체액군으로 분류되었다. 생체 임피던스분석을 추적하며 전향적으로 체중을 조절하였고 이에 따른 혈압의 변화를 관찰하였다.

결과: 36명의 환자들 중 남자가 22명, 여자는 14명이 포함되었다. 24시간 수축기혈압은 140.2 ± 19.7 mm Hg, 24시간 확장기혈압은 79.0 ± 10.6 mm Hg로 측정되었고, 부종지수와 평균 수축기혈압 간의 높은 상관관계를 확인할 수 있었다($r = 0.501$, $p = 0.002$). 정상체액군의 24시간 수축기혈압은 중위수 132.0 mm Hg인데 반해 과체액군의 24시간 수축기혈압은 중위수 150.5 mm Hg로 두 군 간에 의미 있는 차이를 보였다($p = 0.008$). 체중조절 후 과체액군의 부종지수는 0.411 ± 0.009에서 0.389 ± 0.047로 감소하였고, 이에 진료실 수축기혈압도 144.7 ± 32.7 mm Hg에서 125.3 ± 15.4 mm Hg로 의미 있게 감소하였다(각각 $p = 0.028$, $p = 0.018$).

결론: 혈액투석 환자에서 생체 임피던스분석을 통해 계산된 부종지수는 24시간 수축기혈압과 높은 상관관계를 보인다. 그러므로, 혈액투석 환자에서 건체중을 조절함으로써 혈압조절에 도움이 될 수 있다.

감사의 글

본 연구의 연구비는 2011년 대한고혈압학회 학술연구비 지원으로 시행되었다.

이해상충: 해당사항 없음.

References

1. Agarwal R, Nissenson AR, Batlle D, Coyne DW, Trout JR, Warnock DG. Prevalence, treatment, and control of hypertension in chronic hemodialysis patients in the United States. Am J Med. 2003;115:291-7.
2. Ihm CG. Treatment of hypertension in the patients with chronic kidney disease: focusing on the issues under debate. Korean Hypertension J. 2007;13:1-7.
3. Fagard RH, Staessen JA, Thijs L, Bulpitt CJ, Clement D, de Leeuw PW, et al. Relationship between ambulatory blood pressure and follow-up clinic blood pressure in elderly patients with systolic hypertension. J Hypertens. 2004;22:81-7.
4. Shimizu M, Kario K. Perfect 24-hour BP management for high-risk hypertension. J Korean Soc Hypertens. 2010;16:1-8.
5. Pickering TG, Shimbo D, Haas D. Ambulatory blood-pressure monitoring. N Engl J Med. 2006;354:2368-74.
6. Alpert MA, Huting J, Twardowski ZJ, Khanna R, Nolph KD. Continuous ambulatory peritoneal dialysis and the heart. Perit Dial Int. 1995;15:6-11.
7. Gunal AI, Karaca I, Aygen B, Yavuzkir M, Dogukan A, Celiker H. Strict fluid volume control and left ventricular hypertrophy in hypertensive patients on chronic haemodialysis: a cross-sectional study. J Int Med Res. 2004;32:70-7.
8. Chazot C. Managing dry weight and hypertension in dialysis patients: still a challenge for the nephrologist in 2009? J Nephrol. 2009;22:587-97.
9. Chamney PW, Kramer M, Rode C, Kleinekofort W, Wizemann V. A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. Kidney Int. 2002;61:2250-8.
10. Wabel P, Chamney P, Moissl U, Jirka T. Importance of whole-body bioimpedance spectroscopy for the management of fluid balance. Blood Purif. 2009;27:75-80.
11. Mitra S, Chandna SM, Farrington K. What is hypertension in chronic haemodialysis? The role of interdialytic blood pressure monitoring. Nephrol Dial Transplant. 1999;14:2915-21.
12. Staessen JA, Asmar R, De Buyzere M, Imai Y, Parati G, Shimada K, et al. Task Force II: blood pressure measurement and cardiovascular outcome. Blood Press Monit. 2001;6:355-70.
13. Leary AC, Struthers AD, Donnan PT, MacDonald TM, Murphy MB. The morning surge in blood pressure and heart rate is dependent on levels of physical activity after waking. J Hypertens. 2002;20:865-70.
14. Kikuya M, Hozawa A, Ohokubo T, Tsuji I, Michimata M, Matsubara M, et al. Prognostic significance of blood pressure and heart rate variabilities: the Ohasama study. Hypertension. 2000;36:901-6.
15. Scharfetter H, Wirnsberger GH, Holzer H, Hutten H.

Influence of ionic shifts during dialysis on volume estimations with multifrequency impedance analysis. Med Biol Eng Comput. 1997;35:96-102.

16. Oe B, de Fijter CW, Geers TB, Vos PF, Donker AJ, de Vries PM. Diameter of inferior caval vein and impedance analysis for assessment of hydration status in peritoneal dialysis. Artif Organs. 2000;24:575-7.
17. Coresh J, Wei GL, McQuillan G, Brancati FL, Levey AS, Jones C, et al. Prevalence of high blood pressure and elevated serum creatinine level in the United States: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey (1988-1994). Arch Intern Med. 2001;161:1207-16.
18. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. JAMA. 2003;289:2560-72.
19. European Society of Hypertension-European Society of Cardiology Guidelines Committee. 2003 European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. J Hypertens. 2003;21:1011-53.
20. Bakris GL, Williams M, Dworkin L, Elliott WJ, Epstein M, Toto R, et al. Preserving renal function in adults with hypertension and diabetes: a consensus approach. National Kidney Foundation Hypertension and Diabetes Executive Committees Working Group. Am J Kidney Dis. 2000;36: 646-61.
21. Triolo L, Cattaruzza MS, Sicoli R, Ansali F, Malaguti M, Osborn J, et al. Blood pressure control and comorbidity in a nephrology clinic. J Nephrol. 2004;17:808-12.
22. Rahman M, Griffin V, Kumar A, Manzoor F, Wright JT Jr, Smith MC. A comparison of standardized versus "usual" blood pressure measurements in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis. 2002;39:1226-30.
23. Agarwal R, Peixoto AJ, Santos SF, Zoccali C. Pre- and postdialysis blood pressures are imprecise estimates of interdialytic ambulatory blood pressure. Clin J Am Soc Nephrol. 2006;1:389-98.
24. Santos SF, Mendes RB, Santos CA, Dorigo D, Peixoto AJ. Profile of interdialytic blood pressure in hemodialysis patients. Am J Nephrol. 2003;23:96-105.
25. Agarwal R, Andersen MJ. Blood pressure recordings within and outside the clinic and cardiovascular events in chronic kidney disease. Am J Nephrol. 2006;26:503-10.
26. Jacob P, Hartung R, Bohlender J, Stein G. Utility of 24-h ambulatory blood pressure measurement in a routine clinical setting of patients with chronic renal disease. J Hum Hypertens. 2004;18:745-51.
27. Fukuda M, Mizuno M, Yamanaka T, Motokawa M, Shirasawa Y, Nishio T, et al. Patients with renal dysfunction require a longer duration until blood pressure dips during the night. Hypertension. 2008;52:1155-60.
28. Bankir L, Bochud M, Maillard M, Bovet P, Gabriel A, Burnier M. Nighttime blood pressure and nocturnal dipping are associated with daytime urinary sodium excretion in African subjects. Hypertension. 2008;51:891-8.
29. Fagugli RM, Reboldi G, Quintaliani G, Pasini P, Ciao G, Cicconi B, et al. Short daily hemodialysis: blood pressure control and left ventricular mass reduction in hypertensive hemodialysis patients. Am J Kidney Dis. 2001;38:371-6.
30. Sherwood A, Steffen PR, Blumenthal JA, Kuhn C, Hinderliter AL. Nighttime blood pressure dipping: the role of the sympathetic nervous system. Am J Hypertens. 2002;15(2 Pt 1):111-8.
31. Ishikawa J, Shimizu M, Hoshide S, Eguchi K, Pickering TG, Shimada K, et al. Cardiovascular risks of dipping status and chronic kidney disease in elderly Japanese hypertensive patients. J Clin Hypertens (Greenwich). 2008;10:787-94.
32. Agarwal R, Kariyanna SS, Light RP. Circadian blood pressure classification scheme and the health of patients with chronic kidney disease. Am J Nephrol. 2009;30:536-46.
33. Mizuno M, Fukuda M, Miura T, Wakamatsu T, Naito T, Sato R, et al. Morning hypertension in chronic kidney disease is sustained type, but not surge type. Blood Press Monit. 2012;17:20-3.
34. Rothwell PM, Howard SC, Dolan E, O'Brien E, Dobson JE, Dahlof B, et al. Prognostic significance of visit-to-visit variability, maximum systolic blood pressure, and episodic hypertension. Lancet. 2010;375:895-905.
35. Rothwell PM. Limitations of the usual blood-pressure hypothesis and importance of variability, instability, and episodic hypertension. Lancet. 2010;375:938-48.
36. Webb AJ, Rothwell PM. Blood pressure variability and risk of new-onset atrial fibrillation: a systematic review of randomized trials of antihypertensive drugs. Stroke. 2010;41:2091-3.
37. Mitsuhashi H, Tamura K, Yamauchi J, Ozawa M, Yanagi M,

Dejima T, et al. Effect of losartan on ambulatory short-term blood pressure variability and cardiovascular remodeling in hypertensive patients on hemodialysis. Atherosclerosis. 2009;207:186-90.

38. Murashima M, Kumar D, Doyle AM, Glickman JD. Comparison of intradialytic blood pressure variability between conventional thrice-weekly hemodialysis and short daily hemodialysis. Hemodial Int. 2010;14:270-7.
39. Di Iorio B, Pota A, Sirico ML, Torraca S, Di Micco L, Rubino R, et al. Blood pressure variability and outcomes in chronic kidney disease. Nephrol Dial Transplant. 2012;27:4404-10.
40. Wittke E, Fuchs SC, Fuchs FD, Moreira LB, Ferlin E, Cichelero FT, et al. Association between different measurements of blood pressure variability by ABP monitoring and ankle-brachial index. BMC Cardiovasc Disord. 2010;10:55.
41. Roman MJ, Pickering TG, Schwartz JE, Pini R, Devereux RB. Relation of blood pressure variability to carotid atherosclerosis and carotid artery and left ventricular hypertrophy. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2001;21:1507-11.
42. Dionisio P, Valenti M, Bergia R, Caramello E, Stramignoni E, Berto IM, et al. Influence of the hydration state on blood pressure values in a group of patients on regular maintenance hemodialysis. Blood Purif. 1997;15:25-33.
43. Fishbane S, Natke E, Maesaka JK. Role of volume overload in dialysis-refractory hypertension. Am J Kidney Dis. 1996; 28:257-61.
44. Kooman JP, Leunissen KM. Cardiovascular aspects in renal disease. Curr Opin Nephrol Hypertens. 1993;2:791-7.
45. Mehta BR, Ireland MA, Shiu MF. Echocardiographic evaluation of cardiac size and function in dialysis patients. Clin Nephrol. 1983;20:61-6.
46. Chazot C, Charra B, Vo Van C, Jean G, Vanel T, Calemard E, et al. The Janus-faced aspect of 'dry weight'. Nephrol Dial Transplant. 1999;14:121-4.
47. Ifudu O. The concept of "dry weight" in maintenance hemodialysis: flaws in clinical application. Int J Artif Organs. 1996;19:384-6.
48. Sinha AD. Why assistive technology is needed for probing of dry weight. Blood Purif. 2011;31:197-202.
49. Cataliotti A, Malatino LS, Jougasaki M, Zoccali C, Castellino P, Giacone G, et al. Circulating natriuretic peptide concentrations in patients with end-stage renal disease: role of brain natriuretic peptide as a biomarker for ventricular remodeling. Mayo Clin Proc. 2001;76:1111-9.
50. Um HJ, Kim H, Park EM, Park JS, Lee KB. Assessment of dry body weight in maintenance hemodialysis patients by plasma levels of ANP and cGMP. Korean J Nephrol. 2001; 20:51-8.
51. Natori H, Tamaki S, Kira S. Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration. Am Rev Respir Dis. 1979;120:421-7.
52. Lee SW. Determination of dry weight in hemodialysis patients. Korean J Nephrol. 2008;27:412-5.
53. Kotanko P, Levin NW, Zhu F. Current state of bioimpedance technologies in dialysis. Nephrol Dial Transplant. 2008;23:808-12.
54. Agarwal R. Role of home blood pressure monitoring in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis. 1999;33:682-7.
55. Luo YJ, Lu XH, Woods F, Wang T. Volume control in peritoneal dialysis patients guided by bioimpedance spectroscopy assessment. Blood Purif. 2011;31:296-302.