



# 개별적 저 나트륨 투석액 적용이 말기 신부전증 환자의 혈압, 투석 간 체중 증가, 갈증 및 투석 중 불편감에 미치는 영향

김상숙<sup>1</sup> · 최영실<sup>2</sup>

<sup>1</sup>가톨릭대학교 부천성모병원 인공신장실, <sup>2</sup>경인여자대학교 간호학과

## Effect of Individual Low Sodium Dialysate on Blood Pressure, Interdialytic Weight Gain, Thirst and Intradialytic Discomfort In End-Stage Renal Disease Patients

Kim, Sangsuk<sup>1</sup> · Choi, Youngsil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Nursing, Bucheon St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Bucheon, Gyeonggi-do, <sup>2</sup>Department of Nursing, Kyung-In Women's University, Incheon, Korea

**Purpose:** The purpose of this paper was to identify blood pressure, interdialytic weight gain, thirst and intradialytic discomfort in subjects after applying individual low-sodium dialysis fluid (1,2,3 mEq/L) to hemodialysis patients for 12 weeks. **Methods:** This study was a non-equivalent pre-post design. For 12 weeks, dialysate concentration was maintained at 1 mEq/L or 2 mEq/L or 3 mEq/L based on average sodium concentration of each individual, and the difference was compared after applying individually. **Results:** Change in blood pressure significantly decreased in the group where in pre-hemodialysis systolic pressure decreased the gradient of sodium concentration in serum sodium and dialysis solution by 2mEq/L. Interdialytic weight gain, and thirst showed significant decrease in all three groups. But in all three groups, intradialytic discomfort among dialysis showed no significant changes. **Conclusion:** Although application of low sodium dialysis fluid showed no change in intradialytic discomfort, lowered blood pressure, thirst, and interdialytic weight gain, which could be used for individual showing increased interdialytic weight gain and increased blood pressure. There is need for continued study on this.

**Key Words:** Blood pressure; Dialysis; Thirst; Weight gain

국문주요어: 혈압, 투석, 갈증, 체중증가

### 서론

#### 1. 연구의 필요성

만성질환 중 하나인 말기신부전증은 신장기능이 비가역적으로 손상되어 신 대체 요법에 의지해야만 생명을 유지할 수 있는 질환으로[1], 2017년 대한 신장 학회에 따르면 신 대체 요법 환자 중

73.98%인 73,059명이 혈액투석을 시행하고 있는 것으로 나타났다 [2]. 이와 같이 대부분 말기 신 질환자들이 선택한 혈액투석은 최근 혈액투석 막과 투석 기술의 발달로 고효율 혈액 투석이 가능하게 되어 단시간에 투석을 할 수 있게 되었으나 투석 방식인 한외 여과가 일어남으로써 투석 중 합병증인 저혈압이 유발되는 것으로 나타났다. 이에 보완방법으로 투석액의 나트륨 농도를 과거의 130mEq/

Corresponding author: Choi, Youngsil

Department of Nursing, Kyung-In Women's University, 63, Gyeongsan-ro, Gyeong-gu, Incheon, 21041, Republic of Korea.

Tel: +82-32-540-0193 Fax: +82-32-555-2614 E-mail:kiwicys@kiwu.ac.kr

Received: March 21, 2019 Revised: May 13, 2019 Accepted: June 27, 2019

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

L에 비해 138-140mEq/L로 증가시켜 고 나트륨 투석액 농도로 사용하게 되었는데[3], 그 결과 본래 자신이 가지고 있는 고유의 삼투압으로 돌아가려는 특성으로 갈증 증추에 영향을 미쳐 수분섭취가 증가되고 이로 인해 축적된 수분은 고혈압 및 심혈관계 이환율에 영향을 미치는 부작용을 초래하였으며[4], 50-90%의 환자에게서 고혈압이 발생하였고, 심근경색과 뇌졸중 같은 심혈관계의 이환율과 사망률도 증가되었다[5]. 또한 투석 간 체중 증가[6,7]도 보고되었는데, 이와 같이 투석 간 체중이 4kg 이상이면 심혈관계 사망률이 증가한다[8].

Penne와 Sergeeva[9]은 투석액 나트륨농도가 환자의 혈청나트륨농도보다 3mEq/L이상 높을 경우 투석 간 체중증가, 고혈압과 같은 유병율과 사망률이 증가된다는 연구결과를 토대로 Kim 등[10]은 환자의 혈청나트륨농도를 기반으로 저 나트륨 투석액을 적용하여 투석 간 체중 증가의 감소 및 혈압강하 효과가 있음을 입증하였다. 그러나 혈청 나트륨농도를 고려하지 않은 일률적인 저 나트륨 투석액의 적용으로 저혈압과 근육 경련과 같은 투석 중 부작용이 나타났다[11]. 반대로 자신의 혈청나트륨보다 높은 고 나트륨 투석액을 적용한 결과 투석 중 불편감은 줄었지만[3,11,12], 투석 후 환자는 심각한 갈증으로 수분을 섭취하고 투석 간 체중이 증가되는 결과를 초래하게 되어 환자는 결국 체액량의 과부하로 인한 혈압상승 등의 문제와 투석 중 부작용을 나타내었다[13]. 이에 Kim 등[10]은 환자 개인의 혈청 나트륨 농도에 따라 투석액 나트륨 농도를 낮게 적용함으로써 대상자의 갈증, 투석 간 체중, 투석 전 혈압, 투석 관련 합병증이 호전되는 결과를 보였다. 지금까지 저 나트륨 투석액을 적용한 연구는 대상자의 혈청 나트륨 평균 농도를 137mEq/L과 135mEq/L으로 일괄 적용하여 혈압과 투석 간 체중 증가 및 갈증의 변화를 확인한 연구[10], 투석액 나트륨농도와 환자의 혈청나트륨농도의 경사도를 일괄 2mEq/L로 설정하여 개별적으로 적용 후 투석 간 체중 증가, 혈압, 투석 중 불편감을 확인한 연구[14], 저혈압을 경험한 혈액 투석환자를 대상으로 초 여과, 고 나트륨(Na 147 mEq/L) 및 일반 투석액(137mEq/L)의 투석 방법에 따른 효과를 확인한 연구[12]로 대상자의 나트륨을 확인하여 투석액의 농도를 개별적으로 조절하는 연구가 아니었다. 또한 일률적으로 나트륨 농도를 일괄 적용하고 있는 실정[15]으로 대상자의 세밀한 변화에 대처하는 간호에 도움을 주기는 어려운 실정이다.

따라서 본 연구는 투석액 나트륨 농도의 개별화가 가지는 임상적 의의를 알아보기 위하여 투석 전 환자의 평균 혈청 나트륨 농도에 근거하여[10], 그에 따라 혈청 나트륨과 투석액 농도와의 경사 차이를 파악하고 기존의 일률적으로 적용되던 투석액 농도(140mEq/L)보다 낮게 1mEq/L, 2mEq/L 혹은 3mEq/L의 농도 경사가 유지되도

록 개별적으로 적용함으로써 혈압, 투석 간 체중증가, 그리고 갈증의 변화를 확인하고[10,12], 많은 혈액투석환자들이 호소하는 저혈압, 오심/구토 등[14]의 여러 가지 불편감 정도를 확인하고, 이를 임상 실무에 적용하기 위해 시도하였다.

## 2. 연구 목적

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 혈청나트륨보다 투석액의 나트륨농도경사를 개별적으로 낮게(1mEq/L or 2mEq/L or 3mEq/L) 적용 후 혈압의 변화 차이를 확인한다.
- 2) 대상자의 혈청나트륨보다 투석액의 나트륨농도경사를 개별적으로 낮게(1mEq/L or 2mEq/L or 3mEq/L) 적용 후 투석 간 체중 증가의 변화 차이를 확인한다.
- 3) 대상자의 혈청나트륨보다 투석액의 나트륨농도경사를 개별적으로 낮게(1mEq/L or 2mEq/L or 3mEq/L) 적용 후 갈증의 변화 차이를 확인한다.
- 4) 대상자의 혈청나트륨보다 투석액의 나트륨농도경사를 개별적으로 낮게(1mEq/L or 2mEq/L or 3mEq/L) 적용 후 대상자의 투석 중 불편감(근육경련, 저혈압, 오심/구토) 호소 정도의 변화를 확인한다.

## 3. 용어의 정의

1) 개별적 저 나트륨 혈액투석(Individual hyponatremic hemodialysis): 투석 기계에 설정된 투석액 나트륨농도보다 낮은 농도로 설정한 것을 말하며[14], 본 연구는 환자의 투석 전 혈청나트륨농도를 12 주동안 매4주마다 실시하는(즉 매월 초) 시행하는 정기검진에서 구한 혈청 나트륨 총 3회의 측정값의 평균을 기준으로 투석액 나트륨농도를 1mEq/L, 2mEq/L 또는 3mEq/L의 농도 경사가 낮게 유지되도록 하여 개별적으로 적용한 투석액 나트륨농도를 의미한다.

2) 혈압(Blood Pressure): 혈압은 심장의 펌프작용으로 박출된 혈액이 전신으로 운송되어 나갈 때의 혈관 내 압력을 말하며[16], 본 연구에서 혈압은 누워있는 자세로 상완 혈압을 혈액투석 시작 직전과 혈액투석 종료 직후의 측정값으로 수축기압과 이완기압을 말한다.

3) 투석 간 체중증가: 혈액투석환자에서 투석을 마친 다음부터 다음 투석까지의 체중증가를 의미하며[17], 본 연구의 투석 간 체중증가는 현 체중에서 마지막 혈액투석 후의 체중을 뺀 값이며, 전자식 저울(R-300, CAS, KOREA)을 이용하여 혈액투석 직전의 체중과 이전 혈액투석 직후의 체중 간의 차이를 계산한 값으로 측정하였다[17].

4) 갈증: 갈증은 투석 후 12시간 동안 환자가 주관적으로 자각한 목마름의 유무를 의미하며[12], 본 연구는 Thomson[18]이 개발하고 Casper 등[19]이 투석 환자의 갈증을 측정하기 위해 사용한 도구로 측정된 값을 말한다.

5) 투석 중 불편감: 투석 중 발생할 수 있는 불편감은 투석 중·후 근육경련, 오심/구토 등을 말하며[14], 선행 연구에 따라 본 연구의 투석 중 불편감은 근육경련, 저혈압, 오심/구토를 말한다. 근육 경련은 투석 중 다리에 “쥐가 난다”, “저리다” 또는 옆구리가 “결리다”의 표현을 의미하고, 저혈압은 혈압이 정상보다 낮은 것을 의미하는데 투석 중 수축기 혈압이 90mmHg 이하거나 30분 이내에 30mmHg 이상 강해지는 것을 의미한다. 또한 오심/구토는 투석 중에 메스꺼움을 느끼거나 토사물이 1회 이상 발생한 경우를 말한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 설계

본 연구는 12주 동안 사전 조사에서 혈청 나트륨 농도의 평균을 구하고, 대상자의 혈청 나트륨과 투석액 나트륨의 농도 경사가 평균 1mEq/L차이나는 그룹은 1그룹으로 하고 농도를 1mEq/L 낮게, 평균 2mEq/L차이는 2그룹으로 하고 2mEq/L 낮게, 3mEq/L차이는 3그룹으로 하여 평균 3mEq/L 낮게 농도 경사가 낮게 유지되도록 하여 12주동안 적용한 후 혈액투석환자의 혈압, 투석 간 체중 증가, 갈증의 변화 및 대상자의 투석 중 불편감에 미치는 영향을 비교 분석하기 위한 비동등성 전·후 설계의 유사 실험 연구이다(Figure 1).

### 2. 연구 대상

말기 신부전증으로 진단받고 B소재지에 위치한 C병원 혈액 투석실에서 정기적으로 1주일에 3회 이상 혈액투석을 받고 있으며, 혈액투석을 시작한지 3개월 이상 경과한 자이며, 구체적인 선정기준은 다음과 같았다.

#### 1) 선정 기준

- ① 본 연구에 동의하는 18세 이상인 자
- ② C병원에서 혈액투석 기간이 3개월 이상인 자
- ③ 투석 전 SBP>110 mmHg or DBP>70 mmHg 이상인 환자로 투석 중 저혈압이 발생하지 않은 환자로 심혈관계 질환 (급성심근경색, 협심증) 및 뇌혈관질환 (뇌출혈, 뇌경색)의 과거력이 없는 자

#### 2) 제외 기준

- ① 본 연구에 동의하지 않은 환자
- ② 심혈관계질환 (급성심근경색, 협심증)의 과거력이 있는 환자
- ③ 뇌혈관질환 (뇌출혈, 뇌경색)의 과거력 있는 환자
- ④ 투석 중 저혈압이 지난 주간 3회 이상 발생하였던 환자 (투석 중 수축기 혈압 90 mmHg 또는 이완기 혈압 60 mmHg 미만으로 수액 투여나 체위 변경 등의 중재가 필요했던 환자)

연구 대상자 표본 크기는 G-power 3.1에 의해 선행연구[14]에 근거하여 검정력 .80, 효과 크기 0.5, 유의수준 .05로하고, 통계방법 paired t-test로 하였을 때, 총 27명이었으나, 본 연구에서는 중도 탈락을 고려하여 선정기준에 합당한 자 중 연구에 동의한 자 모두를 대상으로 선정하였다. 12주동안의 사전조사에서 기존 나트륨 투석액 (140mEq/L)에서 구한 개인별 평균 혈청 나트륨 농도를 기준으로 투

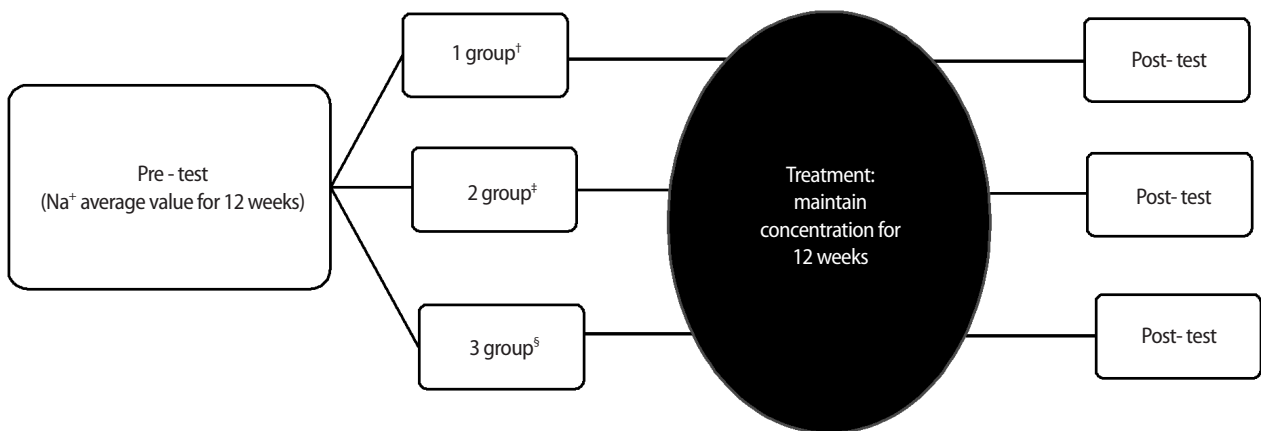


Figure 1. Research design.

†A group that lowered the sodium concentration of serum by 1 mEq/L; ‡A group that lowered the sodium concentration of serum by 2 mEq/L; §A group that lowered the sodium concentration of serum by 3 mEq/L.

석 액의 농도와 평균 혈청 나트륨 차이를 기점으로 평균 1mEq/L차이 나는 그룹은 1그룹, 평균 2mEq/L차이 나는 그룹은 2그룹, 평균 3mEq/L차이 나는 그룹은 3그룹으로 분류하였다. 각각 그룹당 18명씩 배정하였으나, 1그룹과 3그룹에 각 3명씩 탈락하여, 1 mEq/L 낮은 그룹 15명, 2 mEq/L 낮은 그룹 18명, 3 mEq/L 낮은 그룹 15명으로 최종 48명이었다.

### 3. 연구 도구

1) 갈증 척도: 갈증은 투석 후 12시간 동안 환자가 주관적으로 자각한 목마름의 유무를 의미하며[9], 본 연구는 Thomson[18]이 개발하고 Casper 등[19]가 사용한 도구로써 투석 시행 후 12시간동안 대상자가 주관적으로 느끼는 갈증 정도를 말하며 Likert-scale '전혀 아니다' 1점에서 '매우 그렇다' 5점까지를 말하며 점수가 높을수록 갈증 정도가 심함을 의미한다. Casper 등[19]의 연구에서 Cronbach's  $\alpha = 0.87$ 이었으며 본 연구는 Cronbach's  $\alpha = 0.97$  이었다.

2) 생화학적 검사: 생화학적 검사는 나트륨을 측정하였는데 5cc의 혈액을 separated serum tube(SST)에 채취한 후 B소계 C 병원의 진단 검사실에서 10분간 원심분리하여 Modular system장비를 이용, 자동분석으로 계산한 값이며, 정상 범위는 135-145mEq/L이다. 본 연구에서 환자의 혈액투석 전 혈청나트륨농도는 사전조사기간인 12주동안 매 4주마다 한번씩 측정된 값 총 3회의 평균을 산출한 값과 마찬가지로 중재 기간인 12주동안 매 4주마다 한번씩 측정된 값 총 3회의 평균을 산출한 값을 구하였다.

3) 혈압: 본 연구에서 혈압은 혈액투석시작 직전과 혈액투석을 종료 직후의 측정된 값으로 수축기압과 이완기압을 말한다. 사전조사기간인 12주동안 매 4주마다 한번씩 측정된 값 총 3회의 평균을 산출한 값과 마찬가지로 중재 기간인 12주동안 매 4주마다 한번씩 측정된 값 총 3회의 평균을 산출한 값을 구하였다.

4) 투석 간 체중: 본 연구의 투석 간 체중증가는 현 체중에서 마지막 혈액투석 후의 체중을 뺀 값이며, 전자식 저울(R-300, 카스, KO-REA)을 이용하여 혈액투석 직전의 체중과 이전 혈액투석 직후의 체중 간의 차이를 계산한 값으로 측정하였다[17]. 사전조사기간인 12주동안 매 4주마다 한번씩 측정된 값 총 3회의 평균을 산출한 값과 마찬가지로 중재 기간인 12주동안 매 4주마다 한번씩 측정된 값 총 3회의 평균을 산출한 값을 구하였다.

5) 투석 중 불편감: 본 연구에서 불편감은 근육경련, 저혈압 증상, 오심/구토를 말하며, 근육 경련은 투석 중 다리에 "쥐가 난다", "저리다" 또는 옆구리가 "결리다"의 표현으로 혈액 투석 동안 발생하는 횡수를 의미한다.

저혈압은 혈압이 정상보다 낮은 것을 의미하는데 투석 중 수축

기 혈압이 90 mmHg 이하거나 30분 이내에 30 mmHg이상 강하되는 것을 의미한다. 본 연구에서 저혈압을 확인하기 위해 투석 시작 전, 투석 시작 10분후, 투석 시작 후1시간, 투석 시작2시간후, 투석 시작3시간후 그리고 투석을 마칠 때에 측정하였으며 또한 환자가 투석 중 불편감을 호소하는 경우에 혈압을 측정하여 나타난 것으로 산출하였다. 사전조사기간인 12주 동안 그리고 중재 기간인 12주동안에 호소한 불편감의 횡수를 확인하였다. 또한 오심/구토는 투석 중에 메스꺼움을 느끼거나 토사물이 1회이상 발생한 경우를 말한다.

### 4. 연구 진행 절차

#### 1) 사전 조사

실험 처치를 위한 환자의 개인별 평균혈청나트륨 농도를 확인하는 단계로 투석 액의 나트륨 농도는 기존의 일반적인 표준 농도(140mEq/L)을 유지하면서 중재 전 12주동안 매월 첫 주에 투석 전·후 혈청 나트륨 농도를 측정하였다. 또한 사전조사로는 대상자의 성별, 나이, 원인질환, 투석 기간 등의 일반적인 특성을 조사하였고, 혈압, 투석 간 체중증가, 갈증 척도를 측정하였고, 투석 중 나타날 수 있는 불편감으로 근육경련, 저혈압 증상, 오심/구토를 측정하였다.

#### 2) 실험 중재

12주동안의 사전조사에서 측정된 개인별 평균혈청나트륨 농도에 따라 대상자들에게 저 나트륨 투석액 농도를 설정하였는데, 투석환자에서 투석 액 나트륨농도가 혈청 나트륨 농도보다 3mEq/L보다 클 경우 유병률과 사망률이 증가한다는 근거[6]에 따라 대상자를 세 군으로 분류하였다. 먼저 사전조사에서 12주동안의 기준 나트륨 투석액(140mEq/L)에서 구한 개인별 평균 혈청 나트륨 농도를 기준으로 투석 액의 농도와 평균 혈청 나트륨 차이를 기점으로 평균 1mEq/L차이는 1그룹, 평균2mEq/L차이는 2그룹, 평균 3mEq/L차이는 3그룹으로 분류하였다. 이렇게 분류한 세 그룹에게 투석 액 농도를 1그룹은 1mEq/L 낮게, 2그룹은 2mEq/L낮게, 3그룹은 3mEq/L 낮게 농도 경사가 낮게 유지되도록 하여 12주동안 적용하였다.

#### 3) 사후 조사

혈압에 미치는 영향을 조사하기 위해서 혈액투석 시작 전과 혈액투석후의 수축기압과 이완기압을 측정하였으며, 투석 간 체중증가에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 투석 시마다 기록된 의무기록으로 확인하였다. 또한 갈증에 영향을 미치는지 조사하기 위하여 투석 후 12시간동안의 느낌을 주관적으로 설문지를 통해 측정하였으며, 투석 중 느끼는 불편감(근육경련, 저혈압, 오심/구토)은

대상자가 호소한 횡수를 측정하였다. 특히 저혈압을 확인하기 위한 방법은 투석 시작 후 1시간, 2시간, 3시간, 4시간 시점에 저혈압을 보이는 횡수로 측정하였다.

**5. 자료 분석방법**

수집된 자료는 SPSS 20.0 Window 프로그램을 사용하였고 통계 분석은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성은 빈도와 백분율로 분석하였다.
- 2) 대상자의 일반적 특성 및 질병관련 특성에 따른 동질성을 검정하기 위해서는 정규성 검정 후  $\chi^2$ -test와 ANOVA로 분석하였다.
- 3) 대상자의 그룹간 변수들의 동질성 검정은  $\chi^2$ -test와 ANOVA로 분석하였다.
- 4) 대상자의 그룹간 변수(혈압, 갈증, 투석 간 체중증가 및 투석 중 불편감)의 차이를 검정하기 위하여 ANOVA test 및 사후 검정을 실시하였다.
- 5) 대상자의 혈압, 갈증, 투석 간 체중증가 및 투석 중 불편감의 전·후 차이는 paired t-test로 분석하였다.

**6. 윤리적 고려**

본 연구는 C 병원 윤리위원회의 승인을 받은 후(NO: HC17DE-SI0021) 진행하였다. 연구대상자에게 본 연구의 목적과 참여방법을 설명하고 설문지에 첨부된 연구 참여 동의서를 받은 후 자의에 의해 연구 참여가 이루어지도록 하였다. 연구대상자는 익명이 보장되며, 설문에 포함된 내용은 연구 외에 다른 목적으로 절대 사용하지 않음을 설명하였다. 또한 언제든지 중도에 참여를 거부하거나 중단할 수 있음을 설명하였다.

**연구 결과**

**1. 대상자의 일반적 특성과 연구 변수에 대한 동질성 검증**

세 그룹간 대상자의 연령( $t=3.536, p=.118$ ), 성별( $\chi^2=.133, p=.936$ ), 학력( $\chi^2=1.928, p=.157$ ), 직업( $\chi^2=4.239, p=.121$ )과 종교 유무( $\chi^2=5.029, p=.094$ ), 기저 질환( $\chi^2=3.283, p=.160$ ), 소변 유무( $\chi^2=.007, p=.996$ ) 그리고 투석 기간( $t=.050, p=.948$ )에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으므로 실험군의 일반적 특성에 대한 동질성이 확보되었다. 또한 대상자 연구 변수의 동질성에 대해 확인한 결과 수축기압( $t=.114,$

**Table 1.** Homogeneity of General Characteristics and Study Variable between Groups

(n=48)

Category	1 group <sup>†</sup> (n=15)			2 group <sup>‡</sup> (n=18)			3 group <sup>§</sup> (n=15)			$\chi^2$ or F	p
	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD			
Age (yrs)	62.67±2.630			60.39±9.948			52.20±11.767			3.54	.118
Gender	Male	8 (53.3)		9 (50.0)		7 (46.7)				.13	.936
	Female	7 (46.7)		9 (50.0)		8 (53.3)					
Education	Elementary school	4 (26.67)		2 (11.11)		2 (13.33)				1.93	.157
	Middle school	5 (33.33)		6 (33.33)		6 (40)					
	High school	6 (40)		6 (33.33)		7 (46.67)					
	College	0		4 (22.23)		0					
Occupation	Yes	1 (6.7)		6 (33.3)		2 (13.3)				4.24	.121
	None	14 (93.3)		12 (66.7)		13 (86.7)					
Religion	Yes	9 (60.0)		4 (22.2)		7 (46.7)				5.03	.094
	None	6 (40.0)		14 (77.8)		8 (53.3)					
Causal disease	Diabetes	9 (60.00)		8 (44.44)		6 (40.00)				3.28	.160
	Hypertension	6 (40.00)		10 (55.56)		8 (53.33)					
	Etc.					1 (6.67)					
Urination	Yes	4 (26.7)		5 (27.8)		4 (26.7)				.01	.996
	None	11 (73.3)		13 (72.2)		11 (73.3)					
Hemodialysis period (mms)	75.00±61.351			82.67±89.579			78.80±44.502			.05	.948
Blood Pressure (mmHg)	Systolic p.	146.66±20.46		149.11±11.66		146.86±16.84				.11	.892
	Diastolic p.	82.28±3.57		80.55±10.00		79.47±10.93				.23	.795
Inter-dialytic weight gain (kg)	2.65±.58			2.82±.78			3.31±1.03			2.65	.820
Thirst (point)	39.24±12.84			38.51±11.04			44.08±8.55			1.20	.311
Intradialytic discomfort (Number of times)	Muscle clamping	.04±.67		.09±.19		.13±.43				.37	.696
	Low blood pressure	.22±.35		.16±.42		.24±.58				.13	.880
	Nausea/Vomiting	0		0		0				0	0

<sup>†</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 1 mEq/L; <sup>‡</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 2 mEq/L; <sup>§</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 3 mEq/L.

**Table 2.** Comparison of Variable between Three Groups

(n = 48)

Category	1 group <sup>†</sup> (n = 15)			2 group <sup>‡</sup> (n = 18)		3 group <sup>§</sup> (n = 15)		χ <sup>2</sup> or F	p
	n (%) or M ± SD	n (%) or M ± SD	n (%) or M ± SD	n (%) or M ± SD	n (%) or M ± SD	n (%) or M ± SD			
Blood Pressure (mmHg)	Male	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	146.66 ± 20.46	149.11 ± 11.66	146.86 ± 16.84	.11	.892		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	144.47 ± 16.80	144.74 ± 8.72	142.97 ± 10.76	.09	.911		
	Female	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	82.28 ± 3.57	80.55 ± 10.00	79.47 ± 10.93	.23	.795		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	79.89 ± 9.23	80.98 ± 10.76	78.47 ± 7.64	.29	.749		
Inter-dialytic Weight Gain (kg)	Weight	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	2.65 ± .58	2.82 ± .78	3.31 ± 1.03	2.65	.82		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	2.40 ± .62	2.64 ± 1.35	2.92 ± .84	1.03	.366		
Thirst (point)		Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	39.24 ± 12.84	38.51 ± 11.04	44.08 ± 8.55	1.20	.311		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	28.69 ± 9.77	25.02 ± 5.13	28.40 ± 6.22	1.36	.267		
Intradialytic Discomfort (Number of times)	Muscle Clamping	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	.04 ± .67	.09 ± .19	.13 ± .43	.37	.696		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	.04 ± .12	.11 ± .20	.18 ± .33	1.26	.294		
	Low blood pressure	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	.22 ± .35	.16 ± .42	.24 ± .58	.13	.880		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	.20 ± .45	.30 ± .56	.49 ± .60	1.11	.339		
	Nausea/Vomiting	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>	0	0	0	0	0		
		Post <sup>†</sup> HD <sup>#</sup>	0	0	0	0	0		

<sup>†</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 1 mEq/L; <sup>‡</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 2 mEq/L; <sup>§</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 3 mEq/L.

<sup>||</sup> <sup>#</sup>Average value for 12 weeks; <sup>HD</sup>: Hemodialysis.

**Table 3.** Change in Blood Pressure, Interdialytic Weight Gain, Thirst and Intradialytic Discomfort after Application of Low Sodium Dialysis Fluid (n = 48)

Category	Variable	Pre <sup>  </sup> HD <sup>#</sup>		t	p	
		M ± SD	M ± SD			
1 group <sup>†</sup>	Inter-dialytic Weight Gain (kg)	2.65 ± .57	2.39 ± .61	3.29	.005*	
	Thirst (point)	39.24 ± 12.84	28.68 ± 9.76	3.34	.005*	
	Intradialytic Discomfort (Number of times)	Muscle clamping	.04 ± .17	.04 ± .12	0	> .999
		Low blood pressure	.22 ± .45	.20 ± .45	.37	.719
Nausea/Vomiting		0	0	0	0	
2 group <sup>‡</sup>	Inter-dialytic Weight Gain(kg)	2.81 ± .78	2.64 ± 1.35	.69	.499	
	Thirst (point)	38.52 ± 11.04	25.02 ± 5.13	7.2	< .001**	
	Intradialytic Discomfort (Number of times)	Muscle clamping	.09 ± .19	.111 ± .19	-0.33	.749
		Low blood pressure	.17 ± .42	.30 ± .56	-1.07	.299
Nausea/Vomiting		0	0	0	0	
3 group <sup>§</sup>	Inter-dialytic Weight Gain (kg)	3.31 ± 1.03	2.92 ± .77	2.55	.023*	
	Thirst (point)	44.06 ± 8.50	28.40 ± 6.22	11.16	< .001**	
	Intradialytic Discomfort (Number of times)	Muscle clamping	.13 ± .43	.18 ± .33	-.40	.698
		Low blood pressure	.24 ± .58	.49 ± .60	-1.91	.077
Nausea/Vomiting		0	0	0	0	

<sup>†</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 1 mEq/L; <sup>‡</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 2 mEq/L; <sup>§</sup>A group that lowered the sodium concentration of serum by 3 mEq/L.

<sup>||</sup> <sup>#</sup>Average value for 12 weeks; <sup>HD</sup>: Hemodialysis.

p = .892), 이완기압(t = .230, p = .795)은 유의한 차이가 없었다. 투석 간 체중 증가는 1그룹 2.65 ± .58 kg, 2그룹은 2.82 ± .78 kg, 3그룹 3.31 ± 1.03 kg로 유의한 차이가 없었다(F = 2.652, p = .820). 또한 갈증에 대한 동질성에 대해 확인한 결과는 유의한 차이가 없었으며(t = 1.197, p = .311), 투석 중 불편감을 호소한 횟수에 대한 동질성 검증은 실험 전 투석 중 세 그룹 모두에서 근육 경련의 횟수(F = .365, p = .696), 저혈압(F = .128, p = .880)에서 유의한 차이가 없었으므로 연구 변수 관련하여 동질성이 확보되었다(Table 1).

**2. 투석 액의 나트륨농도경사에 따른 세 군간의 비교**

개별적 저 나트륨 농도를 적용한 세 군간(1mEq/L 낮게 유지한 1 그룹, 2mEq/L 낮게 유지한 2그룹, 3mEq/L 낮게 유지한 3그룹)의 변수의 차이를 비교한 결과 혈압, 갈증, 투석 간 체중증가 및 투석 중 불편감의 차이가 없었다(Table 2).

**3. 투석 액의 나트륨농도경사를 1mEq/L 낮춘 그룹의 비교**

투석 액의 나트륨 농도 경사를 1mEq/L 낮춘 그룹의 경우 투석 간

체중 증가에서 실험 전  $2.65 \pm .57$  kg, 실험 후  $2.39 \pm .61$  kg로 유의한 차이를 보였고( $p = .005$ ), 갈증의 경우 실험 전  $39.24 \pm 12.84$ 점, 실험 후  $28.68 \pm 9.76$ 점으로 유의한 차이를 보였다( $p = .005$ ). 그러나 투석 중 불편감 중 근육경련( $p > 0.999$ ), 저혈압( $p = .719$ )은 유의한 차이를 보이지 않았고, 오심/구토의 경우 실험 전과 실험 후에 모두 호소하지 않는 것으로 나타났다(Table 3).

**4. 투석액의 나트륨농도경사를 2mEq/L 낮춘 그룹의 비교**

투석액의 나트륨 농도 경사를 2mEq/L 낮춘 그룹의 경우 실험 전 개별적 저 나트륨 시행 전 수축기압이  $149.11 \pm 11.65$  mmHg에서 실험 후  $144.74 \pm 8.71$  mmHg으로 유의한 차이를 보였다( $p = .038$ ). 그러나 투석 중 불편감 중 근육경련( $p = .749$ ), 저혈압( $p = .299$ )은 유의한 차이를 보이지 않았고, 오심/구토의 경우 실험 전과 실험 후에 모두 호소하지 않는 것으로 나타났다(Table 2, Table 3).

**5. 투석액의 나트륨농도경사를 3mEq/L 낮춘 그룹의 비교**

투석액의 나트륨 농도 경사를 3mEq/L 낮춘 그룹의 경우 투석 간 체중에서 실험 전  $3.31 \pm 1.03$  kg, 실험 후  $2.92 \pm .77$  kg로 유의한 차이를 보였고( $p = .023$ ), 갈증의 경우 실험 전  $44.06 \pm 8.50$ 점, 실험 후  $28.40 \pm 6.22$ 점으로 유의한 차이를 보였다( $p < .001$ ). 그러나 투석 중 불편감 중 근육경련( $p = .698$ ), 저혈압( $p = .077$ )은 유의한 차이를 보이지 않았고, 오심/구토의 경우 실험 전과 실험 후에 모두 호소하지 않는 것으로 나타났다 (Table 3).

**논 의**

고 나트륨 투석액 적용으로 고혈압[4,5,9], 체중 증가[6,7,11] 등의 문제점과 다양한 불편감[21]을 보고한 선행연구 결과를 토대로 본 연구는 12주 동안 말기 신부전 환자에게 개별적 저 나트륨 투석액 적용(각각 1mEq/L 낮게, 2mEq/L 낮게, 3mEq/L 낮게)한 후 혈압, 투석 간 체중증가, 갈증 및 투석 중 불편감에 미치는 영향을 확인하였다.

대상자에게 개별적 농도 경사에 따른 저 나트륨 투석액을 적용한 결과, 1mEq/L 유지한 1그룹, 2mEq/L 유지한 2그룹, 3mEq/L 낮게 유지한 3그룹, 총 세 군간 변수(혈압, 갈증, 투석 간 체중증가 및 투석 중 불편감)의 유의한 차이가 없었다. Pennel[9]는 혈청나트륨과 투석액의 나트륨농도의 경사도가 3mEq/L인 경우 사망률이 높아진다고 보고하였는데, 추후 지속적인 연구가 필요하리라 생각되나 본 연구에서는 1mEq/L 2mEq/L 적용한 군과 변수의 유의한 차이가 없어 3mEq/L 낮게 적용하여도 될 것으로 생각된다. 그러나 각각 개별적으로 나트륨 경사도에 따라 1mEq/L 낮게, 2mEq/L 낮게, 3Eq/L 낮게

적용하였을 때 각각의 대상자의 변화를 살펴보고, 이에 따라 임상에서 환자의 상태에 따라 선택적으로 적용하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 본 연구에서 환자의 투석 전·후 혈압의 수축기압과 이완기압을 비교해 본 결과 투석액 농도 경사를 2mEq/L 낮춘 그룹에서 투석 전 수축기압만이 유의하게 감소하였고 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다. Sayalioglu 등[22]은 저 나트륨을 적용한 혈액투석으로 수축기압의 감소를 보고하였다는 연구와는 다른 결과이나 Song 등[14]의 연구에서 개별적 저 나트륨 농도를 혈청 나트륨 농도를 최대 2mEq/L 낮은 농도로 적용한 결과에서와 같은 결과를 나타내었다. 본 연구 결과에서 유의한 차이를 보이지는 않았으나 1그룹, 2그룹 그리고 3그룹 세군 모두에서 감소되는 양상을 보여 개별적 저 나트륨 투석액의 적용이 혈압을 감소시키는데 도움을 주는 것으로 생각되나 좀 더 대상자를 확대하고 반복적인 연구를 통하여 그 결과를 확인할 필요가 있다고 생각된다.

또한 본 연구에서 투석 후 혈압의 수축기압과 이완기압의 변화는 유의한 차이를 보이지 않았는데 이는 투석 시에 대상자들이 투석 중 저혈압을 경험하지 않은 환자로 선정하였던 점과 혈압의 지속적인 관찰이 투석실의 상황상 제한된 점, 투석상황에서 제한된 시간에 많은 수분을 제거하거나 또는 건 체중보다 수분량이 심하게 제거되는 경우 혈압의 변화가 다양한 점등이 결과에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 이에 따라 추후 혈압을 지속적으로 측정할 수 있는 방법을 적용하여 좀 더 다양한 연구를 해야 할 필요가 있다.

다음은 혈액투석환자에게 개별적 농도 경사에 따른 저 나트륨 투석액을 적용하였을 때 투석 간 체중증가는 투석액 농도 경사를 1mEq/L, 3mEq/L 낮춘 그룹에서 유의하게 감소한 것을 보여주었다. 이는 Song 등[14]의 연구에서 투석액 농도를 환자의 혈청 나트륨 농도를 최대 2mEq/L 낮은 농도로 적용한 결과에서 유의한 차이를 보이지 않은 결과와는 다소 차이가 있으며, Kim 등[10], Santos와 Peixoto[5], de Paula 등[23]의 연구에서 투석 간 체중증가가 유의하게 감소하였다는 결과와 부분적으로 일치하였다. 그리고 초 여과 방법과 나트륨농도에 따른 일반 혈액투석을 적용한 Yun 등[24]의 연구에서 투석 간 체중 증가의 변화는 없었다는 연구와도 다른 결과를 보여주었다. 투석 간 나트륨 축적과 수분 과다로 인한 세포 외액량이 증가되어 나타난 투석 간 체중의 증가는 혈액투석환자에게 고혈압을 유발하고, 혈액투석 동안에 많은 수분의 제거로 인해 심장에 부담을 주어 투석 중 불편감과 심혈관계의 합병증을 가져오게 된다는 Kallenbach 등[25]의 연구를 볼 때 본 연구의 투석 간 체중증가가 감소한 것은 매우 의의가 있다고 생각된다.

또한 본 연구에서 갈증의 변화는 개별적 농도 경사에 따라 저 나트륨 투석액을 적용하였을 때 모든 군에서 유의하게 감소하는 것

을 나타내었다. 이는 de Paula[23], Kim 등[10], Eftimovaska-Otovic 등 [26]의 연구에서 갈증이 감소하였다는 결과와는 일치하나, Jung[15]의 투석액 나트륨을 낮추어 적용한 대상자에서 갈증의 변화가 없다는 주장과는 다르게 나타났다. 그러나 혈액투석환자의 갈증은 수분섭취를 증가시켜 투석 간 체중증가로 이어지는 결과를 초래한다고 생각되며 본 연구의 갈증 정도가 감소한 것은 투석 간 체중증가와 관련된 합병증을 줄일 수 있다고 생각된다. 그러나 좀 더 세밀한 결과의 확인을 위하여 본 연구를 토대로 좀 더 다양한 연구가 필요하다.

본 연구에서 개별적 저 나트륨 투석액을 적용하였을 때 투석 중 불편감을 분석한 결과 근육경련, 저혈압은 세군 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 Kim 등[10], Song 등[14]의 연구와 같으나 Jung[15]의 연구와는 다르다. 또한 기존의 고 나트륨 투석액을 적용한 연구[3]와 Song 등[14]의 연구는 오히려 부작용으로 갈증을 유발하여 투석 간 체중을 증가시킨 반면, 본 연구 결과에서는 유의하게 감소하는 결과를 보였다. 게다가 투석 중 발생할 수 있는 불편감 중 오심/구토도 나타나지 않아 개별적 농도 경사에 따른 저 나트륨 투석액을 적용하는 데에 긍정적 의의가 있다고 하겠다.

기존의 선행연구는 혈액투석 환자의 혈청나트륨과 투석액의 나트륨농도의 경사를 일률적으로 2mEq/L까지만 범위를 두어 적용하였지만[10,14], 본 연구는 범위를 좀 더 넓혀 혈액투석환자의 혈청나트륨과 투석액의 나트륨농도경사를 1mEq/L, 2mEq/L과 3mEq/L의 차이를 두어 개별적 저 나트륨 투석액을 적용하여 그 결과를 좀 더 세밀히 확인하였다는데 의의가 있다. 또한 연구결과에서 혈액투석 환자의 혈압을 감소시킬 수는 없었으나, 갈증과 투석 간 체중증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며 투석 중 불편감에는 영향을 미치지 않아 이를 계기로 좀 더 지속적인 연구로 진행된다면 효과적인 임상 적용이 가능할 수 있을 것으로 생각된다.

## 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구는 혈액투석 환자에게 12주간 혈액투석 환자의 투석 전 평균혈청나트륨 농도와 개별적 저 나트륨 투석액 농도의 경사를 각각 1mEq/L, 2mEq/L, 3mEq/L 낮게 12주간 적용하였을 때의 변화를 환자의 투석 전·후 혈압, 갈증, 투석 간 체중증가, 투석 중 불편감에 미치는 영향을 분석하기 위한 비 동등성 전·후 설계의 유사 실험 연구이다.

연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

각각 1mEq/L, 2mEq/L, 3mEq/L 낮게 12주간 적용하였을 때 세 군

간의 변수에 따른 유의한 차이는 없었다. 그러나 혈압의 변화는 혈액 투석 전 수축기압이 혈청나트륨과 투석액의 나트륨 농도의 경사를 2mEq/L 낮춘 그룹에서 유의한 감소를 나타내었다. 또한 혈액투석 후 혈압의 수축기압과 이완기압의 변화는 없었다. 투석 간 체중증가와 갈증 정도는 세 그룹 모두에서 감소하는 양상을 보였다. 마지막으로 혈액투석환자의 개별적 저 나트륨을 적용한 결과 세군 모두에서 투석 중 불편감 중 근육경련, 저혈압 증상은 유의한 차이를 보이지 않았으나, 기존 고 나트륨 투석액 적용 시 발생하던 오심/구토는 호소하지 않았다.

결론적으로 혈액투석환자의 혈청나트륨과 투석액의 나트륨농도의 경사를 1mEq/L, 2mEq/L과 3mEq/L의 차이를 두어 개별적 농도 경사에 따라 저 나트륨 투석액을 적용한 결과 혈압은 부분적으로 영향을 주었지만 갈증을 감소시키고, 혈액투석환자에게 투석 간 체중증가를 감소시켰으며, 투석 중 오심/구토의 불편감이 나타나지 않은 것으로 나타나 환자의 혈청나트륨을 토대로 개별적 농도 경사에 따른 저 나트륨 투석액의 적용을 임상에서 환자의 상태에 따라 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

### 2. 제언

- 1) 본 연구는 비교 군을 두어 각 그룹 별 효과를 확인하였으나, 기존 나트륨 투석액 적용 방식을 그대로 유지하는 그룹 혹은 일괄적으로 저 나트륨을 적용한 그룹을 대조군으로 두지 않아 연구 효과를 일반화하는 데 제한 점이 있어, 이를 반영한 계속적인 연구가 필요할 것이라 생각된다.
- 2) 본 연구는 개별적 농도 경사에 따라 저 나트륨 투석액을 적용으로 혈압에 부분적으로 영향을 주었으나, 많은 선행연구에서 혈압에 많은 영향을 보이는 것으로 보여주고 있으므로 혈압에 영향을 줄 수 있는 다양한 변수들을 좀 더 추가한 연구를 제안하고자 한다.

## CONFLICT OF INTEREST

The author declared no conflict of interest.

## REFERENCES

1. Kim GS, Yoon EJ, Kim SY, Sho HS, Lee MS, Seo YO, et al. Medical surgical nursing. 8th ed. Paju: Soomunsa; 2017.p.1497-1510.
2. ESRD Registry Committee, Korean Society of Nephrology. Current renal replacement therapy in Korea - Insan Memorial Dialysis Registry 2018 [Internet]. The Korean Society of Nephrology; 2018.[cited 2019 March 11]. Available



from: [http://www.ksn.or.kr/rang\\_board/list.html?code=sinchart](http://www.ksn.or.kr/rang_board/list.html?code=sinchart).

3. Kim MJ, Song JH, Park KS, Lee KJ, Lee SW. The effects of dialysate sodium concentration on interdialytic blood pressure in hemodialysis patients. *Kidney Research and Clinical Practice*. 2001;20(2): 169-179.
4. Keen ML, Gotch FA. The association of the sodium "setpoint" to interdialytic weight gain and blood pressure in hemodialysis patients. *International Journal of Artificial Organs*. 2007;30(11): 971-979.
5. Santos SF, Peixoto AJ. Revisiting the dialysate sodium prescription as a tool for better blood pressure and interdialytic weight gain management in hemodialysis patients. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2008;3(2): 522-530. <https://doi.org/10.2215/cjn.03360807>
6. Krautzig S, Janssen U, Koch KM, Granolleras C, Shaldon S. Dietary salt restriction and reduction of dialysate sodium to control hypertension in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1998;13(3): 552-523. <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/13.3.552>
7. Ma KA, Kim HS, Kim MS, Kim SJ, Jeong CG, Kim HJ, et al. Blood volume change and side effects during various sodium ramping in hemodialysis. *Kidney Research and Clinical Practice*. 1999;18(3): 436-444.
8. Kalantar-Zadeh K, Regidor DL, Kovesdy CP, Van Wyck D, Bunnapradist S, Horwich TB, et al. Fluid retention is associated with cardiovascular mortality in patients undergoing long-term hemodialysis. *Circulation*. 2009;119(5): 671-679. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.108.807362>
9. Penne EL, Sergeeva O. Sodium gradient: a tool to individualize dialysate sodium prescription in chronic hemodialysis patients? *Blood Purification*. 2011;31(1-3): 86-91. <https://doi.org/10.1159/000321851>
10. Kim SM, Kim JG, Shing JH, Nam WJ, Lee JU, Kim SH, et al. The effects of low sodium dialysate in hemodialysis patients. *Kidney Research and Clinical Practice*. 2011;30(1):53-60.
11. Song HC, Choi EJ, Hun LD, Park SM, Kim US, Jang SW, et al. The effect of high sodium dialysate(HSD) on blood pressure in hemodialysis. *Kidney Research and Clinical Practice*. 1998;17(1): 104-109.
12. Park HJ, Jang EJ, Kim MK, Jo NM. The effect of hypertonic dialysate on hemodynamic parameters (blood pressure, pulse rate, ultrafiltration rate), interdialytic weight gain and the incidence of thirst with hemodialysis patients. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 2000;12(1):88-98.
13. He FJ, Markandu ND, Sagnella GA, de Wardener HE, MacGregor GA. Plasma sodium: ignored and underestimated. *Hypertension*. 2005;45(1): 98-102. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000149431.79450.a2>
14. Song JS, Kim ES, Lee YN. The effects of the individual application of low sodium dialysate on weight gain, blood pressure, and intradialytic side effects in patients on maintenance hemodialysis. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2013;19(1): 45-56.
15. Jung ES. Clinical significance of individualization of dialysate sodium concentration [master's thesis]. Seoul: Seoul National University; 2012. 1-22p.
16. Berman A, Snyder S, editors. *Kozier & Erb's fundamentals of nursing*. 9th ed. Son JT, Jang EH, Lee HJ, Yang JH, Ryu EK, Lee KH, et al., translators. Seoul: Hyunmoonsa; 2015.p.115-235.
17. Nephrological Nursing Division of Clinical Nursing Association. *Dialysis patients care guideline*. Seoul: Korea Medicine 1996;156-158.
18. Thomson WM, Williams SM. Further testing of the xerostomia inventory. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*. 2000;89(1): 46-50.
19. Bots CP, Brand HS, Veerman EC, Valentijn-Benz M, Van Amerongen BM, Valentijn RM, et al. Interdialytic weight gain in patients on hemodialysis is associated with dry mouth and thirst. *Kidney International*. 2004;66(4): 1662-1668. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2004.00933.x>
20. Charra B, Chazot C. Volume control, blood pressure and cardiovascular function. Lessons from hemodialysis treatment. *Nephron Physiology*. 2003; 93(4):94-101. <https://doi.org/10.1159/000070242>
21. Flanigan M. Dialysate composition and hemodialysis hypertension. *Semin Dial*. 2004;17(4): 279-283. <https://doi.org/10.1111/j.0894-0959.2004.17327.x>
22. Sayarlioglu H, Erkoc R, Tuncer M, Soyoral Y, Esen R, Gumrukcuoglu HA, et al. Effects of low sodium dialysate in chronic hemodialysis patients: an echocardiographic study. *Renal Failure*. 2007;29(2): 143-146. <https://doi.org/10.1080/08860220601095785>
23. de Paula FM, Peixoto AJ, Pinto LV, Dorigo D, Patricio PJ, Santos SF. Clinical consequences of an individualized dialysate sodium prescription in hemodialysis patients. *Kidney International*. 2004;66(3):1232-1238. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2004.00876.x>
24. Yun JH, Jang IS, Lee MS, Hur YS, Shin JH, Kwon YJ, et al. The effect of gradient ultrafiltration and high sodium dialysate on reducing complications during hemodialysis. *Kidney Research and Clinical Practice*. 2002;21(3): 450-459.
25. Kallenbach JZ, Gutch CF, Stoner MH, Corea AL, editors. *Review of hemodialysis for nurses and dialysis personnel*. Kim MS, Kim SJ, Kim AK, Park BH, Shin MJ, Yang SJ, et al., translators. Seoul: Gunja; 2006. p.127- 145.
26. Eftimovska-Otovic N, Stojceva-Taneva O, Grozdanovski R, Stojcev S. Clinical effects of standard and individualized dialysate sodium in patients on maintenance hemodialysis. *Open Access Macedonian Journal Medical Sciences*. 2016;4(2): 248-252. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2016.056>