

개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 체중증가, 혈압 및 투석 중 부작용에 미치는 효과

송지숙¹⁾ · 김은숙²⁾ · 이유나¹⁾

¹⁾고대구로병원 인공신장실 간호사, ²⁾고대구로병원 인공신장실 수간호사

The Effects of the Individual Application of Low Sodium Dialysate on Weight Gain, Blood Pressure, and Intradialytic Side Effects in Patients on Maintenance Hemodialysis

Song, Ji Sook¹⁾ · Kim, Eun Sook²⁾ · Lee, Yu Na¹⁾

¹⁾RN, Hemodialysis Center, Korea University Guro Hospital

²⁾HN, Hemodialysis Center, Korea University Guro Hospital

Purpose: The purpose of this study is to identify the effect of low sodium dialysate (LSD) rather than conventional dialysate on interdialytic weight gain (IWG), blood pressure (BP), and intradialytic side-effects (ISEs) in patients on maintenance hemodialysis (HD). **Methods:** The study was performed in 43 patients, who were treated in the university hospital over 8 weeks. Each participant's serum sodium set point was measured using dialysate sodium 140 mEq/L during the first 4 weeks. For the next 4 weeks dialysate sodium concentrate (134,136,and138 mEq/L) was provided to each participant but only to an experimental group (EG) (n=22) based on the individual set point, although 140 mEq/L dialysate was given to all of the control group (CG) (n=21). Consequently, outcomes including IWG, BP, and ISE were evaluated. **Results:** In EG, difference of pre-HD SBP ($p=.047$) and post-HD serum sodium ($p=.006$) were significantly decreased compared to CG. Also, ISEs were not more frequent in EG. However, the differences were not statistically significant, IWG (kg & %), pre-HD DBP, post-HD SBP & DBP, and serum osmolality in EG. **Conclusion:** Individual application of LSD in patients on maintenance hemodialysis is beneficial to decrease pre-HD SBP and post-HD serum sodium without increasing ISE. Therefore, LSD can be better treatment than conventional dialysate.

Key words: Dialysis solutions, Hemodialysis, Weight gain, Blood pressure

1. 서 론

1. 연구의 필요성

대한신장학회의 통계에 따르면 2010년 말기신부전으로 신대체요법을 받고 있는 환자의 수는 58,860명이며 이는 2000년 28,046명에 비해 2배 이상 증가한 수치이다. 이 중 혈액투석 환자는 39,509명으로 신대체요법의 과반수 이

상을 차지하고 있다. 뿐만 아니라, 매년 새로 발생하는 혈액투석 환자수도 2000년 2,736명에서 2010년 7,204명으로 2.5배 이상 증가하였으며, 이는 식생활의 서구화로 당뇨, 고혈압 등의 성인병이 증가하면서 그 합병증인 신부전 환자가 증가하였기 때문이다(대한신장학회, 2010).

이 중 고혈압은 만성신부전의 원인이 되기도 하지만, 또한 신기능이 감소함에 따라 고혈압이 발생되어 심혈관계 합병증의 빈도가 증가하게 되는데, 말기신부전에 이르게

주요어: 저나트륨 투석액, 혈액투석, 체중증가, 혈압

Corresponding author: Song, Ji Sook

Hemodialysis Center, Korea University Guro Hospital, 97 Gurodong-gil, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea.
Tel: 82-2-2626-1790, Fax: 82-2-2626-1798, E-mail: songsong_98@naver.com

투고일: 2012년 9월 28일 / 심사회의일: 2012년 10월 5일 / 게재확정일: 2013년 2월 20일

되면 약 80~90%의 환자에서 고혈압이 동반된다. 반면에 말기신부전 환자가 투석이나 이식을 받게 되면 혈압조절이 개선되기는 하지만 혈액투석 환자에서는 투석간 혈장량의 증가로 인하여 고혈압이 진행되고 혈액투석 환자의 75% 이상에서 항고혈압제를 복용한다(Agarwal et al., 2003).

다시 말하면, 혈액투석 환자들은 투석간 나트륨 축적과 수분과다로 인하여 세포외액량이 증가하게 되면서, 좌심실 비대(left ventricular hypertrophy, LVH)로 진행되고 이는 협심증이나 심부전으로 진행되어 사망률에 절대적인 영향을 미치게 된다. 이 밖에도 고혈압은 혈액투석환자에 있어 자발성 뇌출혈이나 뇌경색의 가장 큰 원인이며 망막질환, 동맥경화, 말초혈관 질환 등 다양한 합병증으로 진행된다(김문실 등, 2006; 박재석, 문재곤, 김창현, 이호국과 황도윤, 2001).

1970년대 말부터 고효율 투석이 도입되고 투석시간이 단축됨에 따라, 상대적으로 짧은 시간에 한외여과(Ultrafiltration, UF)가 일어나게 되기 때문에 투석 중 저혈압과 함께 오심, 구토, 근육경련, 두통 같은 증상이 발생하게 되었으며 이러한 부작용 증상을 보완하기 위한 방법 중 하나로 투석액의 나트륨 농도를 과거의 130 mEq/L에 비해 138~140 mEq/L로 높인 고나트륨 투석액을 사용하게 되었다(김문재, 송준호, 박경수, 이경주와 이승우, 2001). 그러나 이러한 고나트륨 투석액은 혈액투석 중 발생할 수 있는 증상들을 완화시킬 수 있을지라도 투석 후 환자 체내의 혈청나트륨 농도 상승으로 갈증을 일으키게 되고 수분섭취가 증가하면서 투석간 체중 증가와 혈압 상승을 유발한다는 논란을 일으켰을 뿐만 아니라 혈청 나트륨 농도의 상승 자체가 직접 혈압에 영향을 줄 수도 있다고 하였다(He, Markandu, Sagnella, de Wardener, & MacGregor, 2005).

그래서 투석 중 혈압 저하 방지 효과는 유지하면서 투석간 고나트륨 부하에 따른 부작용을 최소화하기 위해 투석액 내 나트륨을 투석 초기에는 고농도(150~160 mEq/L)를 유지하다가 투석 말에는 통상적인 농도(135~148 mEq/L)로 감소시키는 Sodium profiling (Linear, stepwise) 혈액투석 방법을 사용하게 되었다(Levin & Goldstein, 1996; Sadowski, Allred, & Jabs, 1993; 송호철 등, 1998). 그러나 Sodium profiling 혈액투석은 투석 말의 투석액 나트륨 농도 감소에도 불구하고, 평균적으로는 혈청나트륨 농도가 상승되어 투석간 체중을 증가시키고, 혈압을 상승시키는 것으로 나타났다(김문재 등, 2001).

최근에는 이러한 고나트륨 투석과 Sodium profiling 혈액투석 방법의 단점을 보완하기 위해 저나트륨 투석에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Keen, Janson과 Gotch (1997)는 환자마다 나트륨 'set point'를 가지고 있다고 제시하였으며, 각 개인의 'set point'보다 낮은 저나트륨 투석액의 적용이 투석 후 체중 증가를 최소화시킬 것이라고 하였다. 또한, 김선민 등(2011)은 환자의 투석 전 혈청나트륨 농도를 기반으로 한 저나트륨 투석액이 투석간 체중증가의 감소 및 혈압강화 효과를 보인다고 하였다. 그러나 투석용액 나트륨 농도가 135 mEq/L 미만이면 저혈압과 근육경련이 나타나기 쉽고(Daugirdas, Blake, & Ing, 2001/ 2006), 환자의 혈청 나트륨 농도를 고려하지 않은 일괄적인 저나트륨 투석액 적용은 저혈압과 근육경련과 같은 투석 중 부작용을 증가시킬 수 있다(송호철 등, 1998). 따라서 저나트륨 투석용액 적용 전에 그 환자의 'set point'를 파악하여 그 환자에게 맞는 개별적인 저나트륨 투석액을 적용하는 것이 필요하다.

또한, Penne & Sergeyeva (2011)는 투석환자에서 투석액 나트륨 농도가 환자의 혈청 나트륨 보다 3 mEq/L 이상 높을 경우 유병률과 사망률이 증가하며, 투석액 나트륨 농도가 환자의 혈청 나트륨 보다 낮은 경우도 나트륨 경사도(sodium gradient)가 클수록 사망률이 증가한다고 하였다.

요약하자면, 고나트륨 투석액이나 Sodium profiling 혈액투석은 투석 중 저혈압 발생을 줄이는 데는 효과적이지만, 나트륨 저류로 인한 투석간 체중증가 유발, 투석간 혈압 상승으로 인해 심혈관계 합병증을 증가시켜 혈액투석 환자의 사망률을 높이게 되는 반면, 저나트륨 투석액 적용은 혈청나트륨의 저류를 감소시켜 투석간 체중증가를 줄이고, 투석간 혈압 강화효과가 있지만, 투석 중 저혈압, 근육경련이 증가될 수 있다는 단점이 있다. 이에 가장 바람직한 혈액투석이란 투석 중 부작용을 최소화하면서 투석간 체중, 혈압이 올라가는 것을 방지하여 장기적으로 혈액투석 환자의 심혈관계 합병증의 발생을 예방하거나 지연시킬 수 있는 접점을 찾는 것이라 하겠다.

따라서 투석액의 나트륨 농도를 일률적으로 적용하는 일반투석액 투석방법과 환자의 투석 전 평균 혈청나트륨 농도를 근거로 개별적 저나트륨 투석액을 적용하는 투석 방법을 비교함으로써 저나트륨 투석액 적용이 환자의 투석간 체중증가, 혈압 및 투석 중 부작용에 미치는 영향을 파악하여 임상실무에 적용하기 위한 기초자료를 제공하고자 본 연구를 시도하였다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 투석간 체중증가, 혈압 및 투석 중 부작용에 미치는 효과를 알아보기 위함이며 구체적 목적은 다음과 같다.

- 1) 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 투석간 체중증가에 미치는 영향을 파악한다.
- 2) 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 영향을 파악한다.
- 3) 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 투석 중 부작용에 미치는 영향을 파악한다.
- 4) 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 투석전 혈청나트륨과 혈청삼투압에 미치는 영향을 파악한다.

3. 연구 가설

- 1) 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석간 체중 증가량과 체중 증가율은 차이가 있을 것이다.
- 2) 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석전·후 혈압은 차이가 있을 것이다.
- 3) 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석 중 부작용 횟수는 차이가 없을 것이다.
- 4) 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석전 혈청나트륨과 혈청삼투압은 차이가 있을 것이다.

4. 용어정의

1) 일반 투석액

혈액투석을 하는 동안 반투막을 매개로 환자의 혈액과 접촉시키는 수용액(화학용어사전편찬회, 2011)으로, 투석액 나트륨 농도를 136~140 mEq/L로 투석기계에 setting한 것을 의미하며, 본 연구에서는 나트륨 농도를 140 mEq/L로 설정한 것을 의미한다.

2) 개별적 저나트륨 투석액

투석기계에 설정된 투석액 나트륨 농도보다 낮은 농도

로 설정한 것을 말하며, 본 연구에서는 환자의 투석전 혈청나트륨 농도를 주 중간 투석일에 4주간 4회 측정된 값의 평균 농도를 기준으로 2 mEq/L의 농도경사도가 유지되도록 하여 혈청나트륨이 138 mEq/L를 초과한 환자는 투석액 나트륨 농도를 138 mEq/L로, 혈청나트륨이 136~138 mEq/L인 환자는 투석액 나트륨 농도를 136 mEq/L로, 혈청나트륨이 136 mEq/L 이하인 환자는 투석액 나트륨 농도를 134 mEq/L로 개별적으로 적용하는 것을 의미한다.

3) 투석 중 부작용

혈액투석 중 발생할 수 있는 합병증으로 오심/구토, 근육경련, 저혈압을 의미한다.

오심은 토하고 싶은 주관적 인식이며 구토는 구강을 통해 위십이지장 및 공장 내용물을 강하게 배출하는 것(김영재, 김지영, 최인령, 김미원과 Verna Rhodes, 2000)으로 본 연구에서는 투석 중에 메스꺼움을 느끼거나 실제로 토사물이 발생되었을 경우 1회의 오심/구토가 발생하였음을 의미한다.

근육경련이란 특정 단일 근육에 통증을 동반하여 갑자기 발생하는 비자발적 수축을 말하여(김용덕과 이명식, 1996) 본 연구에서는 투석 중 다리에 “쥐가 난다” 또는 “저리다”고 표현하는 경우에 근육경련이 발생하였음을 의미한다.

저혈압이란 혈압이 정상보다 낮은 상태를 의미하며 본 연구에서는 투석 중 수축기 혈압이 90 mmHg 이하이거나 30분 이내에 30 mmHg 이상 혈압이 강해지는 것을 의미한다.

II. 문헌고찰

1. 혈액투석과 고혈압

2010년 대한신장학회의 통계에 따르면, 만성신부전의 원인은 당뇨(45.2%), 고혈압(19.2%), 만성사구체신염(11.3%) 순이며, 혈액투석 환자의 사망 원인은 심인성(31%), 혈관성(14%), 감염(22%), 간질환(3%) 등으로 심장질환이나 심인성으로 인한 사망이 가장 큰 원인임을 알 수 있다(대한신장학회, 2010). 이처럼 고혈압은 만성신부전을 일으키는 주요 원인이며, 혈액투석을 비롯한 만성신부전의 주요 사망 원인임을 알 수 있다. 더불어 투석을 시작하는 환자에서도 허혈성심질환의 빈도는 약 40%, 좌심실비대가 약 50% 이상인 것으로 추정된다. 이처럼, 고혈압은 죽상동맥

경화증을 촉진시키고 심부전, 뇌졸중, 박리성 동맥류와 같은 합병증을 일으키고 악화시킬 뿐 아니라 사망의 주요 원인이 되기도 한다(이정혜, 2003).

National Kidney Foundation (NKF)에서 2005년도에 제시된 Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI)에서는 투석전 혈압 140/90 mmHg, 투석후 혈압 130/80 mmHg를 목표 혈압으로 제시하였다(NKF, 2005). 하지만, 환자 개개인의 전신상태, 연령, 심장 질환 및 기타 동반 질환 유무에 따라 목표 혈압이 다를 수 있으며, 어떤 혈압 측정치를 기준으로 삼아야 하는지 아직 논란이 많다. 투석 전의 혈압, 투석 후의 혈압, 또는 두 값의 평균치가 실제 투석간 혈압을 잘 반영한다는 보고가 있지만, 많은 환자에서 투석 중에 혈압이 저하되므로 24시간 측정 혈압이나 자가 측정 혈압이 더 정확할 수 있다. 또한, 혈액투석 환자를 대상으로 한 연구에서는 혈압보다는 맥압(pulse pressure)이 치명률과 더 밀접한 상관성을 보였다. 따라서 맥압도 치료에 중요한 기준이 될 수 있다는 사실을 염두에 두어야 한다(Tozawa, Iseki, Iseki, & Takishita, 2002).

2. 혈액투석환자에서 고혈압의 원인과 치료

말기신부전 환자에서는 다양한 요인들이 서로 작용하여 고혈압이 발생하는데, 염분과 수분의 저류로 인해 심박출량이 증가하고, 신부전의 진행으로 말초혈관 저항이 증가하며, 혈관의 염분 감수성(salt sensitivity)이 증가하기 때문에 세포외액이 증가해 고혈압이 발병하게 된다. 따라서 체액을 철저히 조절하면 많은 경우에 고혈압을 개선시킬 수 있으며, 충분한 투석 시간으로 건체중(dry wt)에 이르면 혈압이 정상화 될 수 있다(Chazot et al., 1995).

또한 말기신부전 환자의 80~90%, 혈액투석을 지속적으로 받고 있는 환자의 60~80%에서 고혈압이 동반되고, 이 중 상당수에서 혈압이 잘 조절되지 않고 있는데, 그 이유는 혈압약을 제대로 복용하지 않거나 복용하더라도 충분하지 않은 경우, 투석간 체중 증가가 너무 많거나 투석으로 체액과다를 충분히 제거하지 못하는 것 등을 들 수 있다(Agarwal et al., 2003).

혈액투석 환자의 고혈압 관리는 크게 비약물 치료와 약물 치료로 나눌 수 있으며, 비약물 치료의 첫 단계는 건체중을 정하고 달성하는 것으로, 건체중은 투석간 염분과 수분섭취를 제한하고 효과적인 투석으로 과잉체액을 제거함으로써 유지될 수 있다. 이외에 비만 교정, 규칙적인 운

동, NSAIDs 등 고혈압을 유발할 수 있는 약물의 회피, 스트레스 완화 등이 있다. 약물 치료는 건체중에 도달했음에도 투석후 혹은 투석간 혈압이 지속적으로 140/90 mmHg보다 높을 때 항고혈압제를 투여하는 것으로, 항고혈압제 종류와 용량의 선택은 동반된 질환, 약물 순응도와 효과, 투석 중 부작용 유무 등에 의해 결정된다(NKF, 2005).

3. 투석액 나트륨 농도와 혈액투석 환자의 체중증가, 혈압 및 투석 중 부작용과의 관계

투석액의 나트륨 농도는 1980년대로부터 점차 증가하는 추세로 현재는 투석실에 따라 140 mEq/L까지도 사용되고 있다. 고나트륨 투석액 사용에 의한 투석 중 혈청나트륨 농도의 증가는 나트륨의 직접적인 혈관 수축 효과와 혈관 내 삼투압 상승에 따른 혈장량 보존 효과를 통해 투석 중 저혈압 방지의 효과를 보이는 것으로 보고되고 있으나(송호철 등, 1998), 투석간 체중증가량과 혈압을 상승시키며 항고혈압제의 필요량을 증가시킬 수 있는 문제점 또한 내포하고 있어 현재까지도 많은 연구자들 간에 논쟁이 되어 오고 있다(송호철 등, 1998; 마경애 등, 1999; 박혜자, 장은정, 김미경과 조남미, 2000; 김문재 등, 2001).

이러한 부작용을 줄이기 위해 시도된 것이 sodium profiling 투석이며, 투석액 나트륨 농도를 148 mEq/L로 3시간 투석한 후 138 mEq/L로 1시간 하거나, 147 mEq/L로 1시간 투석한 후 144mEq/L로 1시간, 140 mEq/L로 2시간 하거나, 혈청나트륨 농도보다 20 mEq/L 높게 1시간 투석한 후 10 mEq/L 높게 2시간, 같은 농도로 1시간 투석하는 등 다양한 농도의 sodium profiling 투석 연구가 진행되었으며, 이러한 stepwise 이외에도 linear, increase to decrease UF 등 다양한 방법으로 시도하였다. Sodium profiling 투석을 시행하였을 때, 송호철 등(1998)은 투석 2시간 혈청나트륨이 일반투석에 비해 유의하게 높았으나, 투석전 혈압상승이나 투석간 체중증가가 나타나지 않았다고 하였고, 마경애 등(1999)은 투석 후 피로가 감소하였으며, 박혜자 등(2000)은 sodium profiling 투석이 일반투석보다 저혈압의 빈도가 감소하면서 고나트륨 투석보다 투석간 체중증가가 감소하였다고 하였다. 또한, 김정아 등(2002)은 단계적 초여과법과 sodium profiling 투석을 같이 했을 때 투석간 체중증가량, 투석 후 체중 감소량, 투석 전후 평균 동맥압 차이 없이 저혈압, 오심, 구토, 근육경련, 두통과 같은 투석 중 부작용 발생을 줄인다고 하였다.

그러나 김문재 등(2001)은 sodium profiling 투석이 순차적인 나트륨 농도 감소에도 불구하고 시행 환자들의 투석간 혈압과 혈압부하를 증가시키고 혈압의 일중 변동 상태를 악화시킨다고 하였다. 이 연구에 따르면, 투석액의 시간-평균(time-average) 나트륨 농도가 일반투석 기간에는 138 mEq/L였고, sodium profiling 투석 기간 동안은 144.5 mEq/L였으며, sodium profiling 투석시 일반투석에 비해 저혈압은 감소하였으나, 투석간 체중 증가는 늘어났으며, 피로감, 근육 경련, 두통 등의 증상도 증가한 것으로 나타났다. 또한, 24시간 보행성 혈압측정 결과 sodium profiling 투석이 투석간 혈압을 증가시킨다고 하였으며, 투석 전후 일회 혈압 측정은 환자들의 투석간 평균 혈압 상태를 반영하지 못한다는 사실을 확인하였다.

저나트륨 투석에 관한 연구를 살펴보면, 투석액 농도를 설정하는데 있어 나트륨 농도 경사도(sodium gradient)를 고려해야 하는데, 이는 투석액의 나트륨 농도에서 투석전 혈청나트륨 농도를 뺀 값을 말한다. 혈청나트륨 농도가 개인마다 다른 것처럼, 투석액의 적절한 나트륨 농도도 개인마다 다르며, 이는 나트륨 농도 경사도에 큰 영향을 받는다. 혈액투석환자에서 혈청나트륨 농도는 시간이 지나면 안정화되는데, 만약 투석액의 나트륨 농도가 투석전 혈청나트륨 농도보다 높다면, 투석시 투석액에서 혈액쪽으로 나트륨이 이동하며, 이것은 투석시 나트륨 제거를 감소시키고 나트륨 저류를 야기한다. 반대로 투석액 나트륨 농도가 투석전 혈청나트륨 농도보다 낮다면, 투석시 혈액에서 투석액쪽으로 나트륨이 확산되어 나트륨 제거가 증가되고 나트륨 저류가 감소한다(Penne & Sergeeva, 2011).

각각의 개인은 내재된 혈청나트륨 농도 즉 'sodium set point'가 있으며, 나트륨 섭취나 투석동안 나트륨 축적으

로 인한 혈청 나트륨 농도가 증가되면 개개인에게 해당되는 혈청나트륨 농도에 도달할 때까지 삼투압을 줄이기 위해 수분섭취가 증가하게 된다(Keen & Gotch, 2007). 27명의 환자에게 나트륨 경사도를 0으로 맞추어 개별적인 투석액 나트륨 농도를 3주 적용한 결과, 투석간 체중 증가가 감소했고, 고혈압 환자가 감소되었다(De Paula et al., 2004). 그러나 송호철 등(1998)의 연구에서는 환자의 혈청나트륨 농도를 고려하지 않고 저 나트륨 투석액(138 mEq/L)을 사용했을 때, 고 나트륨 투석액(148 mEq/L)을 사용했을 때보다 투석 중 저혈압 빈도가 증가하는 것으로 나타났다.

따라서 혈액투석 환자의 고유 'sodium set point'를 파악하는 것이 우선적으로 고려되어야 하며 이렇게 파악된 기준선에서 가장 적합한 농도 경사도를 설정해 주어 저나트륨 투석액의 장점을 극대화함과 동시에 발생가능한 부작용을 최소화시키기 위한 근거를 마련하는 것이 필요하다.

III. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 혈액투석 환자에게서 각 개인의 'sodium set point'를 파악하여 개별적 저나트륨 투석액을 적용했을 때와 일반 투석액을 적용했을 때의 환자의 체중증가, 혈압 및 투석 중 부작용에 미치는 영향을 분석하기 위한 비동등성 대조군 전후설계의 유사실험 연구이다(Figure 1).

2. 연구대상

연구대상자 수는 De Paula 등(2004)의 연구에서 실험군

	Preparation phase (4 weeks)	Pretest	The experimental treatment (4 weeks)	Posttest
Experimental group	E0	E1	X1	E2
Control group	C0	C1	X	C2

E0, C0 : Serum sodium concentration (predialysis of mid-week : four times, postdialysis of mid-week : twice), Dialysate sodium concentration
 E1, C1 : General characteristics and clinical characteristics, interdialytic weight gain, blood pressure, Laboratory Values (BUN, Cr, Na, K, Ca, P, Albumin, Hemoglobin, Hematocrit, Glucose, Osmolarity), Incidence of IDH (Intradialytic Hypotension), muscle cramps and nausea/vomiting
 X : Conventional dialysate
 X1 : Low-sodium dialysate
 E2, C2 : Serum sodium concentration (predialysis of mid-week : four times, postdialysis of mid-week : twice), interdialytic weight gain, blood pressure, Laboratory Values (BUN, Cr, Na, K, Ca, P, Albumin, Hemoglobin, Hematocrit, Glucose, Osmolarity), Incidence of IDH (Intradialytic Hypotension), muscle cramps and nausea/vomiting

Figure 1. Study design.

과 대조군의 투석간 체중증가율(The rate of interdialytic wt gain) 점수를 근거로 G*Power 프로그램에서 유의수준 $\alpha = .05$, 검정력 .80으로 하여 계산한 결과 effect size $d = .90$ 이었으며, 연구대상자 수는 42명으로 산출되었다. 따라서 실험군 23명, 대조군 22명으로 총 45명의 대상자를 선정하였으며, 이중 투석 중 수혈로 인해 대조군 환자 한명이 탈락되었고, 연구 기간 중 실험군 환자 한명이 철회하여 실험군 22명, 대조군 21명으로 총 43명이 참여하였다. 실험의 확산효과를 방지하기 위하여 월, 수, 금요일에 혈액투석을 받는 군은 실험군에 화, 목, 토요일에 혈액투석을 받는 군은 대조군으로 배정하였고, 실험 도중 초래될 수 있는 호호손 효과(Hawthorne effect)를 방지하기 위하여 연구, 실험과 같은 말을 사용하지 않도록 하였으며, 자신이 어느 군에 배정되었는지 알지 못하게 하였다. 구체적인 대상자 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 2개월 이상 주 3회 혈액투석을 받고 있는 환자
- 2) 심각한 합병증이 없는 환자
- 3) 연구에 대한 설명을 듣고 연구 참여에 동의한 환자

3. 연구도구

1) 투석기와 투석액

본 연구에 사용된 장비는 FMC 4008S 투석기(Fresenius Medical Care, Germany)였으며 투석액은 Gambro A액(Na^+ : 140 mEq/L, K^+ : 2.0 mEq/L, Ca^{++} : 3.0 mEq/L, Mg^{++} : 1.0 mEq/L, Cl^- : 110 mEq/L, Ac^- : 8 mEq/L, HCO_3^- : 30 mEq/L, Glucose: 1 g/L)과, FMC bibag을 사용하여 혈액투석을 시행하였다. 투석액의 나트륨 농도는 투석기계 설정으로 조절하였으며, 기계로 설정한 나트륨 농도와 실제 투석액의 나트륨 농도와 일치 확인하기 위해 연구 시작 전에 각 혈액투석기의 투석액을 채집하여 농도를 측정하고 그 차이를 보정한 후 연구를 시작하였다. 또한 혈압 측정은 FMC 4008S에 장착되어 있는 자동혈압기를 이용하였으며 투석용 침대에서 앙와위 자세로 상박에서 측정하였다.

2) 혈액검사

혈액검사는 Na, Hemoglobin, Hematocrit, Albumin, BUN, Cr, Ca, P, K, Glucose를 측정 또는 계산하였으며, 본원 진단검사의학과에서 보고된 결과치를 이용하였다.

3) 투석간 체중

투석 전·후 체중은 CAS CI-2001B 체중계((주)카스, 한국)를 이용하여 측정하였으며, 투석간 체중은 매 투석 전 체중에서 그 전 투석 후 체중을 뺀 값을 말한다.

4) 오심/구토, 근육경련, 저혈압 횡수

본 연구에서는 혈액투석의 대표적인 부작용인 오심/구토, 근육경련 횡수를 측정하고, 혈액투석전, 투석 시작 직후, 30분 간격으로 2회, 그 이후에는 1시간 간격으로 2회, 투석종료 후 혈압을 측정하여, 저혈압의 발생 유무를 매 투석 후 측정하여 기록하였으며, 1회 투석 중에 한 증상이 여러 번 발생하여도 투석 횟수당 1회 발생으로 하였다.

4. 자료수집방법

자료수집기간은 2012년 2월 8일부터 3월 29일까지였다. 첫 번째 단계는 실험처치 준비단계로 일반 투석액(Na : 140 mEq/L)을 적용하면서 실험군, 대조군 모두에서 환자 고유의 혈청나트륨 농도를 측정하여 평균치를 구하였고, 실험처치 단계에서는 준비단계에서 측정된 혈청나트륨 농도를 기준으로 실험군은 각 환자의 혈청나트륨 농도에 따라 정해진 투석액 나트륨 농도(134~138 mEq/L)를 조작한 후 혈액투석을 하였고, 대조군은 일반 투석액(Na : 140 mEq/L)을 그대로 적용하여 혈액투석을 시행하였다. 또한 연구기간동안 대상자의 투석기, 혈류 속도, 투석액 속도, 투석시간, 혈액투석 방법 등 투석 조건을 조사기간 내내 동일하게 유지하였다.

1) 실험처치 준비단계

실험처치를 위한 환자의 고유 혈청나트륨 농도를 확인하는 단계로 투석액의 나트륨 농도는 기존의 일반적인 표준 농도(140 mEq/L)를 유지하면서 4주 동안 매주 중간 투석 전 혈청나트륨 농도를 측정하고, 1·3주에는 투석후의 혈청나트륨 농도를 측정하였다.

2) 사전조사

사전조사는 연구대상자들의 성별, 나이, 원인질환, 투석기간 등의 일반적인 특성을 조사하였고, 혈액검사 항목으로 Hemoglobin, Hematocrit, Albumin, BUN, Cr, Ca, P, K, Glucose, Na, Osmolarity와 투석간 체중 증가, 혈압을 측정하였고, 투석시 나타날 수 있는 부작용으로 오심/구토, 근육경련, 저혈압을 측정하였다.

3) 실험처치

실험처치 준비단계에서 파악된 개인의 혈청나트륨 농도에 따라 실험군에게는 저나트륨 투석액 농도를 설정하였는데, Penne와 Sergeeva (2011)는 투석환자에서 투석액 나트륨 농도가 혈청나트륨 농도보다 3 mEq/L 보다 큰 경우 유병률과 사망률이 증가하며, 투석액 나트륨 농도가 혈청나트륨 보다 낮은 경우에는 나트륨 경사도가 클수록 사망률이 증가한다고 한 연구결과에 근거하여 2mEq/L의 농도 경사도를 설정하여 투석을 시행하였다. 투석전 평균 혈청나트륨 농도가 138 mEq/L를 초과한 환자는 투석액 나트륨 농도를 138 mEq/L로, 투석전 평균 혈청나트륨 농도가 136~138 mEq/L인 환자는 투석액 나트륨 농도를 136 mEq/L로, 투석전 평균 혈청나트륨 농도가 136 mEq/L 이하인 환자는 투석액 나트륨 농도를 134 mEq/L로 설정하여 혈액투석을 시행하였다. 대조군에게는 기존의 일반적인 투석액 (140 mEq/L)을 이용하여 4주 동안 혈액투석을 시행하였다.

4) 사후조사

체중증가량과 체중증가율에 미치는 영향을 조사하기 위해 매 투석시마다 기록된 의무기록으로 확인하였으며, 혈압에 미치는 영향을 조사하기 위해 투석 시작 전·후로 수축기와 이완기 혈압을 측정하였으며, 또한 혈액투석 중 나트륨 농도 변화와 관련된 부작용으로 투석 중 오심/구토, 근육 경련, 저혈압의 증상을 연구 기간 동안에 발생한 횟수를 측정하였다. 저나트륨 투석액이 혈청나트륨에 영향을 미치는지 알아보려고 두 군 모두에서 실험처치 기간 동안 매주 중간 투석 전의 혈청나트륨 농도를, 1·3 주에는 투석 후의 혈청나트륨 농도를 측정하였다.

5. 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS 12.0을 사용하여 통계분석 하였으며 사용된 분석방법은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성은 실수와 백분율, 평균 및 표준편차를 사용하였다.
- 2) 대상자의 일반적 특성 및 질병관련 특성에 따른 동질성을 검정하기 위해 제 변수들의 정규성 검정 후 χ^2 -test, Fisher's exact test 혹은 t-test와 Mann-Whitney U test를 사용하여 분석하였다.
- 3) 실험군과 대조군의 실험처치 효과는 실험 전후 차이값을 t-test 검정으로 분석하였다.

IV. 연구결과

1. 대상자의 특성에 따른 동질성 검정

1) 일반적 특성에 따른 동질성 검정

본 연구의 대상자는 실험군 22명, 대조군 21명으로 성별, 연령, 원인질환, 투석 기간, 혈압약 복용 여부, 조혈제 투여량에서 두 집단간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 동질성이 유지되었다(Table 1).

2) 혈액검사 결과에 대한 동질성 검정

대상자의 임상적 특성에서 Hemoglobin, Hematocrit, Albumin, Cr, Ca, P, K, Glucose에 대한 동질성 검정 결과 두 집단간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 동질성이 유지되었다. 그러나 BUN은 실험군이 대조군보다 더 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보여 동질성이 유지되지 못하였다($t=-2.15, p=.032$)(Table 1).

3) 연구 변수에 대한 사전 동질성 검정

대상자의 연구 변수에 대한 사전 동질성을 검정한 결과 실험군과 대조군 각각의 체중증가량, 체중증가율, 투석 전·후 수축기혈압, 이완기혈압에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 두 집단의 동질성이 유지되었다. 또한 실험처치 준비기간 4주 동안 투석 중 오심/구토, 근육경련, 저혈압 발생 건수는 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 없어 동질성이 유지되었다. 투석전 혈청나트륨과 혈청삼투압(osmolarity= $2*NA+glucose/18+BUN/2.8$)은 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 이는 앞의 혈액검사 결과에서 BUN이 유의한 차이를 보였지만 혈청삼투압에는 영향을 미치지 않았음을 의미하며 BUN의 동질성이 유지되지 못한 것이 실험 결과에 영향을 주지는 않았다는 것을 보여준다(Table 2).

2. 가설검정

1) 투석간 체중증가량과 체중증가율

개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군에서 투석간 체중증가량 차이($t=0.81, p=.422$)와 체중증가율 차이($t=0.59, p=.557$)는 실험군 ($0.15 \pm 0.42, 0.21 \pm 0.72$)과 대조군($0.03 \pm 0.55, 0.06 \pm 0.94$) 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 제1가설은 기

Table 1. Homogeneity Test of the General and Clinical Characteristics for the Control and Experimental Groups

Characteristics	Categories	Exp. (n=22)	Cont. (n=21)	χ^2 or t or U	P
		n(%) or M±SD	n(%) or M±SD		
Sex	Male	11 (50)	8 (38.1)	0.61	.543
	Female	11 (50)	13 (61.9)		
Cause of ESRD	HTN	9 (40.9)	5 (23.8)	3.14 [†]	.641
	DM	10 (45.4)	11 (52.4)		
	GN	1 (4.5)	1 (4.8)		
	PCKD	2 (9.1)	2 (9.5)		
	Other	0 (0.0)	2 (9.5)		
BP medication	Taking	17 (77.3)	16 (76.2)	0.007	.608
	Not taking	5 (22.7)	5 (23.8)		
Age		56.41±13.50	59.19±13.40	0.67	.502
Duration of dialysis (month)		36.68±35.12	48.81±56.75	-1.08	.279
Erythropoietin dose		6888.64±4346.75	7690.48±3600.26	-0.657	.515
Hgb (g/dl)		10.55±1.38	10.52±0.98	-0.08	.933
Hct (%)		31.81±4.31	31.41±2.81	-0.35	.722
Alb (g/dl)		3.93±0.26	3.90±0.36	-0.38	.704
BUN (mg/dl)		64.62±11.70	57.22±16.43	-2.15	.032
Cr (mg/dl)		8.62±2.34	8.13±2.73	-0.77	.437
Ca (mg/dl)		9.15±0.60	8.95±1.10	-0.73	.464
P (mg/dl)		4.51±1.31	4.56±1.66	-0.47	.635
K (mmol/L)		4.94±0.68	4.71±0.73	-1.09	.279
Glucose (mg/dl)		141.0±62.12	150.48±50.16	-0.97	.331

Exp.: Experimental group; Cont.: Control group; HTN: Hypertension; GN: Glomerulonephritis; PCKD: Polycystic kidney disease.

[†] Fisher's exact test.

Table 2. Homogeneity Test of Variables for the Control and Experimental Groups

Variables	Categories	Exp. (n=22)	Cont. (n=21)	t	P
		M±SD	M±SD		
Weight	Body weight gain (kg)	2.30±0.81	2.13±0.75	-0.68	.500
	Rate of weight gain (%)	4.06±1.32	3.80±1.22	-0.66	.509
BP	Pre HD SBP	139.52±18.50	139.39±18.31	-0.02	.981
	Pre HD DBP	72.36±9.24	70.19±8.22	-0.81	.421
	Post HD SBP	125.60±15.90	133.75±16.17	1.66	.103
	Post HD DBP	70.57±8.69	69.84±6.79	-0.30	.762
Nausea/vomiting		0.46±0.21	0.00±0.00	-0.97	.329
Muscle cramps		0.32±0.72	0.14±0.48	-1.11	.264
Intradialytic hypotension		2.59±2.77	2.14±2.69	-0.67	.499
Sodium	Pre HD	137.50±2.20	137.32±2.36	-0.14	.884
	Post HD	137.57±1.22	137.38±1.16	-0.51	.609
Osmolarity	Pre HD	305.91±5.25	303.44±7.94	-0.21	.233

Exp.: Experimental group; Cont.: Control group; HD: Hemodialysis; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure.

각되었다(Table 3).

2) 투석 전·후 수축기 및 이완기 혈압

개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군의 투석 전·후 수축기와 이완기 혈압의 실험 전·후 차이와 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석 전·후 수축기와 이완기 혈압의 실험 전·후 차이를 각각 비교한 결과 투석전 수축기 혈압 차이는 실험군이 13.92±14.81 mmHg이고 대조군은 5.64±11.38 mmHg로 실험군의 투석 전 수축기 혈압 차이가 통계적으로 유의한 차이를 보였다(t=2.04, p=.047). 이완기 혈압 차이(t=0.74, p=.463), 투석 후 수축기 혈압 차이(t=0.16, p=.869), 이완기 혈압 차이(t=1.23, p=.223)는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 투석 전 수축기 혈압 차이만 유의한 차이를 보이고, 투석 후 수축기 혈압 차이와 투석 전·후 이완기 혈압 차이가 모두 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않아 제2가설은 부분적으로 지지되었다(Table 3).

3) 투석 중 부작용(오심/구토, 근육경련, 저혈압)

개별적 저나트륨 투석액을 적용한 후 실험군의 오심/구토, 근육경련 횟수 차이는 각각 0.04±0.21, 0.09±1.01, 대조군은 0.00±0.00, 0.09±0.53으로, 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않았다(t=1.000, p=.329/t=-0.01, p=.986). 또한, 실험군의 저혈압 횟수 차이는 -0.31±2.16, 대조군은

0.42±3.17로 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않아(t=-0.90, p=.371) 제3가설은 지지되었다(Table 3).

4) 혈청 나트륨, 혈청 삼투압 농도

개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석 전 혈청 나트륨 차이(1.54±1.46, 0.13±1.80, t=-2.82, p=.007)와 혈청삼투압 농도 차이(3.98±6.51, 1.32±8.51, t=-1.15, p=.256)를 비교한 결과 혈청 나트륨은 의미있는 차이를 보였으나, 혈청 삼투압은 의미있는 차이를 보이지 않아 제4가설은 부분적으로 지지되었다(Table 3).

V. 논 의

본 연구는 투석액의 나트륨 농도를 일률적으로 적용하던 기존 일반적 투석방법(140 mEq/L)과 환자의 투석 전 혈청나트륨 농도를 근거로 기존의 농도보다 2 mEq/L 정도의 농도 경사를 가지는 개별적 저나트륨 투석액 적용 투석방법을 비교하여, 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액 투석 환자의 투석간 체중 증가, 투석전·후 혈압, 투석 중 부작용 및 투석전·후 혈청나트륨과 혈청삼투압에 미치는 영향을 분석하였다.

환자의 혈청나트륨 농도를 고려해 저나트륨 투석을 하되, 나트륨 경사도(sodium gradient)가 3을 넘지 않도록

Table 3. Differences in the IWG, IWG (%), BP, Intradialytic Side Effects, Serum Sodium & Serum Osmolarity of the Control and Experimental Groups

Variables	Exp. (n=22)	Cont. (n=21)	t	p
	M±SD	M±SD		
Interdialytic weight gain (kg)	0.15±0.42	0.03±0.55	0.81	.422
The rate of interdialytic weight gain (%)	0.21±0.72	0.06±0.94	0.59	.557
Pre HD SBP (mmHg)	13.92±14.81	5.64±11.38	2.04	.047
Pre HD DBP (mmHg)	1.78±5.77	0.34±6.90	0.74	.463
Post HD SBP (mmHg)	8.70±17.23	8.01±8.59	0.16	.869
Post HD DBP (mmHg)	1.97±7.17	-0.75±7.31	1.23	.223
Nausea/vomiting	0.04±0.21	0.00±0.00	1.000	.329
Muscle cramps	0.09±1.01	0.09±0.53	-0.01	.986
Intradialytic hypotension	-0.31±2.16	0.42±3.17	-0.90	.371
Pre HD Na (mmol/L)	1.54±1.46	0.13±1.80	-2.82	.007
Pre HD osmolarity (mOsmol/k)	3.98±6.51	1.32±8.51	-1.15	.256

IWG: Interdialytic Weight Gain; IWG (%): Interdialytic Weight Gain Rate (%); HD: Hemodialysis; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure.

설정하여 138 mEq/L, 136 mEq/L, 134 mEq/L의 3가지 투석액으로 적용하였으며 사전에 측정된 실험군 환자의 실험 전 혈청나트륨 농도는 134~140 mEq/L 이어서 한명의 환자만이 혈청나트륨 농도와 동일한 투석액 나트륨 농도로 투석을 하였고, 나머지 환자는 본인의 혈청나트륨 농도보다 최대 2 mEq/L 낮은 농도로 투석을 하였다.

연구결과, 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군에서 투석간 체중증가량과 체중증가율 차이는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 제 1가설은 기각되었다. 이는 Flanigan (2004), Santos와 Peixoto (2008), 김선민 등(2011), Arramreddy, Sun, Munoz Mendoza, Chertow와 Schiller (2012)의 연구에서 저나트륨 투석시 투석간 체중증가가 유의하게 감소한 결과와는 차이가 있었다.

개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군의 투석 전·후 수축기와 이완기 혈압의 실험 전·후 차이와 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석 전·후 수축기와 이완기 혈압의 실험 전·후 차이를 각각 비교한 결과, 투석 전 수축기 혈압 차이만 유의한 차이를 보이고, 투석 후 수축기 혈압 차이와 투석 전·후 이완기 혈압 차이가 모두 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않아 제 2가설은 부분적으로 지지되었다.

이러한 결과는 저나트륨 투석시 전체적인 혈압감소는 통계적으로 유의하지 않았고, 혈압 비조절군(SBP > 150 mmHg)에서 통계적으로 유의한 감소를 보인 결과(De Paula et al., 2004; Santos & Peixoto, 2008; 김선민 등, 2011)나, Arramreddy 등(2012)의 연구에서 혈압감소가 통계적으로 유의하지 않았다고 한 결과와 비교해 볼 때 혈압의 차이는 환자들을 대상으로 연구를 할 경우 실험실 상황이 아니므로 혈압약의 복용여부와 매 투석시마다 실시간으로 혈압약이 변경되는 경우가 많으므로 이러한 다양한 결과를 보이는 것으로 생각된다.

또한 김문재 등(2001)은 투석전, 후 단일한 혈압 측정만으로 투석간 혈압을 정확히 반영할 수 없으며, 24시간 혹은 48시간 보행혈압을 측정하는 것이 투석간 혈압을 정확하게 파악할 수 있다고 하여 일간 혈압을 반영할 수 있는 방법을 적용하는 것도 필요하다고 하였다.

본 연구에서 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 후 실험군의 오심/구토, 근육경련, 저혈압 횡수차이는 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않아 제 3 가설은 지지되었다. 따라서 개별적 저나트륨 투석액 적용시 오심/구토, 근육경련의 횡수가 증가하지 않았고, 저혈압의 횡수는 다소 감

소한 것으로 나타나 개별적 저나트륨 투석액 적용이 투석 중 부작용을 증가시키지 않은 것으로 나타났다.

마지막으로, 개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군과 일반 투석액을 적용한 대조군의 투석 전 혈청나트륨 차이($t=5.23, p=.006$)와 혈청삼투압 농도 차이($t=2.87, p=.258$)를 비교한 결과 혈청나트륨은 의미있는 차이를 보였으나, 혈청삼투압은 의미있는 차이를 보이지 않아 제 4가설은 부분적으로 지지되었다. 김선민 등(2011)은 저나트륨 투석액 적용시 투석전 혈청나트륨 농도의 평균값은 기존 투석보다 의미있는 감소를 보였으나 투석 후 혈청나트륨과 투석전 혈청삼투압 농도는 의미있는 변화를 보이지 않았다고 하였다. 또한, 저나트륨 투석액 적용시 투석전 혈청나트륨 농도는 의미있는 감소를 보이지 않았으나, 투석 후 혈청나트륨 농도는 의미있는 감소를 보였다(De Paula et al., 2004; Santos & Peixoto, 2008; Arramreddy et al., 2012)고 한 결과와 비교해 볼 때 본 연구에서는 나트륨 농도 경사도를 2 mEq/L로 설정한 것이 일반 투석액 적용시보다 혈청나트륨 제거율이 높아져서 투석 후 혈청나트륨 농도가 감소한 것으로 생각된다. 즉 투석액의 나트륨 농도가 환자의 혈청나트륨 농도에 영향을 미치므로 이는 환자의 투석 전 혈청나트륨을 예측할 때 실제 혈청나트륨과 가장 근소한 차이로 유추할 수 있어야 할 것이라고 생각된다. 따라서 본 연구에서 설정한 4주간 4회의 혈청나트륨 측정 평균치는 어느 정도 의의를 갖는다고 하겠다. 또한, 김선민(2011) 등의 연구와 비교하였을 때, 혈액검사 횟수를 현격히 줄여서 비슷한 결과를 도출해 낸 것은 비용면에서나, 환자의 혈액채취 양을 줄이는 것에서 매우 효과적이라고 할 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 혈액투석 환자에서 혈청나트륨 농도가 높을수록 수분섭취량 증가로 인해 체중증가량이 많아지고 혈압을 높게 되어 결과적으로 심혈관계 합병증으로 진행될 수 있으므로 혈액투석 환자의 혈청나트륨을 감소시켜 체중증가량을 감소하게 하여 고혈압이 유도되지 않도록 하면서 투석 중 합병증을 최소화할 수 있는 적정 저나트륨 투석액 사용을 고려하게 되었으며, 연구결과 투석 전 수축기 혈압 차이와 혈청나트륨 농도는 유의한 차이를 보였으며, 투석 중 부작용은 유의한 차이를 보이지 않아 개별적 저나트륨 투석액 적용이 혈액투석 환자의 수축기 혈압을 감소시키면서 투석 중 부작용을 증가시키지 않는 것으로 나타났다. 또한, 체중증가량, 체중증가율, 투석 전 이완기 혈압, 투석 후 수축기·이완기 혈압, 혈

청삼투압은 유의한 차이를 보이지 않았으며, 이는 연구대상자수가 충분하지 않아 연구의 검정력이 약화되어 실험군과 대조군의 유의한 차이를 확인할 수 없었던 것으로 보인다. 따라서 연구대상자 수를 많이 확보하여 확인해 보는 것이 필요하겠다.

VI. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 혈액투석 환자에게 개별적 저나트륨 투석액을 적용했을 때와 일반 투석액을 적용했을 때 환자의 체중 증가, 혈압, 투석중 부작용에 미치는 영향을 분석하기 위한 비동등성 대조군 전후설계의 유사실험 연구이다.

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

개별적 저나트륨 투석액을 적용한 실험군은 일반 투석액을 적용한 대조군에 비하여 혈액 투석 환자의 투석전 수축기 혈압 차이와 혈청나트륨 차이가 유의한 차이를 보였으며, 투석 중 부작용은 두 군간 유의한 차이가 없어 저나트륨 투석액 적용시 더 빈번하게 발생할 수 있는 부작용이 더 나타나지 않았으므로 2 mEq/L의 경사도를 유지하여 혈액투석을 하는 것이 환자에게 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있었다.

결론적으로, 개별적 저나트륨 투석액 적용은 혈액투석 환자의 투석전 수축기 혈압과 혈청나트륨에 효과가 있었으며, 저나트륨 투석액으로 인해 발생할 가능성이 더 높은 오심/구토, 근육경련, 저혈압과 같은 투석 중 부작용 발생에도 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 환자의 혈청나트륨에 근거한 개별적 저나트륨 투석액 적용을 임상에서 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 제언

이상의 연구결과를 토대로 다음과 같이 제언하고자 한다.

- 1) 본 연구에서 평균 혈청나트륨 농도를 구하기 위해 4주 동안 투석전 4회 투석 후 2회 등 총 6회의 혈액채취로 환자의 혈액소실 가능성, 비용 발생 가능성이 있으므로 매월 시행하는 혈액검사 결과를 토대로 3-4개월간의 결과를 이용하여 설정된 환자의 고유 혈청나트륨 수치를 기준선으로 하는 개별적 저나트륨 투석액 적용 반복연구를 제언한다.

- 2) 개별적 저나트륨 투석액의 적용이 혈액투석 환자의 혈압에 미치는 영향을 파악하기 위해 24시간 보행 혈압이나 임상적 의의가 있는 맥압을 적용한 연구를 제언한다.

참고문헌

- 김문실, 김선자, 김애경, 박봉희, 신미자, 양성자 등(2006). 혈액투석 간호. 서울 : 군자출판사.
- 김문재, 송준호, 박경수, 이경주, 이승우(2001). 혈액투석 환자에서 투석액의 소나트륨 농도 변화에 따른 투석간 혈압의 변화. *대한신장학회지*, 20(2), 169-179.
- 김선민, 김진건, 신정호, 남우진, 이재욱, 김수현 등(2011). 유지 혈액투석 환자에서 저나트륨 투석액의 효과. *대한신장학회지*, 30(1), 53-60.
- 김영재, 김지영, 최인령, 김미원, Verna Rhodes (2000). 오심, 구토, 구역질 측정도구의 신뢰도와 타당도 검증. *성인간호학회지*, 12(2), 278-285.
- 김용덕, 이명식(1996). 근육경련 섬유속성연축 증후군. *대한신경과학회지*, 14(4), 1030-1034.
- 김정아, 윤재희, 장인선, 이명선, 허영숙, 신진호 등(2002). 단계적 초여과법과 고나트륨 투석액이 혈액투석 중의 부작용 감소에 미치는 효과. *대한신장학회지*, 21(3), 450-459.
- 대한신장학회(2010). 우리나라 신대체 요법의 현황, Retrieved January 20, 2012, from <http://www.ksn.or.kr/journal/2012/index.html>
- 마경애, 김홍수, 김명성, 김승정, 정철권, 김현종 등(1999). 다양한 고염투석액을 이용한 혈액투석시 혈액량의 변화 및 부작용 발생의 관찰. *대한신장학회지*, 18(3), 436-444.
- 박재석, 문재근, 김창현, 이호국, 황도윤(2001). 혈액투석을 받고 있는 환자에서 자발성 뇌출혈. *대한신경외과학회지*, 30(Suppl D), S115- S119.
- 박혜자, 장은정, 김미경, 조남미(2000). 말기신부전증 환자에서 혈액투석액 나트륨 농도가 혈압, 투석간 체중증가 및 갈증에 미치는 영향. *성인간호학회지*, 12(1), 88-98.
- 송호철, 최의진, 이대훈, 박순민, 김연식, 장성원 등(1998). 고나트륨 투석액 혈액투석이 혈압에 미치는 영향. *대한신장학회지*, 17(1), 104-109.
- 이정혜(2003, June 18). 투석길잡이. 2012.1.20. <http://www.drkidney.co.kr/edu/edu.asp?lmod=Read&Num=30&Page=3&Div=&Key=http://www.ksn.or.kr/journal/2011/index.html>에서 인출
- 화학용어사전편찬회(2011). 화학용어사전. 서울: 일진사.
- Agarwal, R., Nissenson, A. R., Battle, D., Coyne, D. W., Trout, J. R., & Warnock, D. G. (2003). Prevalence, treatment, and control of hypertension in chronic hemodialysis patients in the United States. *The American Journal of Medicine*, 115(4), 291-297.
- Arramreddy, R., Sun, S. J., Munoz Mendoza, J., Chertow, G. M., & Schiller, B. (2012). Individualized reduction in dialysate

- sodium in conventional in-center hemodialysis. *Hemodialysis International*, 16(4), 473-480.
- Chazot, C., Charra, B., Laurent, G., Didier, C., Vo Van, C., Terrat, J. C., et al. (1995). Interdialysis blood pressure control by long haemodialysis sessions. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 10(6), 831-837.
- Daugirdas, J. T., Blake, P. G., & Ing, T. S. (2006). *최신 투석 매뉴얼*(박형천, 한상웅, 한상엽, 김법석 역.). 서울: 군자출판사(원저 2001 출판).
- De Paula, F. M., Peixoto, A. J., Pinto, L. V., Dorigo, D., Patricio, P. J., & Santos, S. F. (2004). Clinical consequences of an individualized dialysate sodium prescription in hemodialysis patients. *Kidney International*, 66(3), 1232-1238.
- Flanigan, M. (2004) Dialysate composition and hemodialysis hypertension. *Seminars in Dialysis*, 17(4), 279-283.
- He, F. J., Markandu, N. D., Sagnella, G. A., de Wardener, H. E., & MacGregor, G. A. (2005). Plasma sodium: Ignored and underestimated. *Hypertension*, 45(1), 98-102.
- Keen M. L., & Gotch, F. A. (2007). The association of the sodium "setpoint" to interdialytic weight gain and blood pressure in hemodialysis patients. *The International Journal of Artificial Organs*, 30(11), 971-979.
- Keen, M., Janson, S., & Gotch, F. (1997). Plasma sodium (CpNa) "set point": Relationship to interdialytic weight gain (IWG) and mean arterial pressure (MAP) in hemodialysis patients (HDP). *Journal of the American Society of Nephrology*, 8, 241A.
- Levin, A., & Goldstein, M. B. (1996). The benefits and side effects of ramped hypertonic sodium dialysis. *American Society of Nephrology*, 7(2), 242-246.
- National Kidney Foundation. (2005). K/DOQI clinical practice guidelines for cardiovascular disease in dialysis patients. *American Journal of Kidney Disease*, 45(4 Suppl 3), S1-153.
- Penne, E. L., & Sergeeva, O. (2011). Sodium Gradient: A tool to individualize dialysate sodium prescription in chronic hemodialysis patients? *Blood Purification*, 31(1-3), 86-91.
- Sadowski, R. H., Allred, E. N., & Jabs, K. (1993). Sodium modeling ameliorates intradialytic and interdialytic symptoms in young hemodialysis patients. *Journal of the American Society of Nephrology*, 4(5), 1192-1198.
- Santos, S. F., & Peixoto, A. J. (2008). 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*, 3(2), 522-530.
- Tozawa, M., Iseki, K., Iseki, C., & Takishita, S. (2002). Pulse pressure and risk of total mortality and cardiovascular events in patients on chronic hemodialysis. *Kidney International*, 61(2), 717-726.