

나트륨 섭취량 추정을 위한 소변 중 Cl^- 의 간이적 측정방법의 유용성 검증

이성호 · 이채준 · 주성미 · 이현주 · [†]라왕연 · 김순옥*

JW중외메디칼 제품플랜트, ^{*}서울복지병원

Verification of Utility of Simple Mensuration of Cl^- from Urine to Estimate the Amount of Sodium Intake

Sung-Ho Lee, Chae-Joon Lee, Sung-Mi Ju, Hyun-Joo Lee, [†] Wang-Yeon Ra and Soon-Ok Kim*

JW Medical Product Plant, Seoul 08502, Korea

^{*}Seoul BokJi Hospital, Seoul 07417, Korea

Abstract

The purpose of this study was to measure concentrations of K^+ , Na^+ , Cl^- by ionometer with check salt strip, simple salimeter and Ion-selective electrode (ISE) and compare the results of each mensuration; furthermore, the possibility of inferring the Na^+ concentration from Cl^- concentration of urine and the impact of K^+ on the concentration of each ion was examined. The results showed that ISE determined Na^+ and Cl^- concentrations in the urine are highly interrelated ($R=0.9039$); in addition, concentrations of Cl^- , measured with strip and ISE from urine are highly interrelated ($R=0.9338$). The concentration of Na^+ in urine, inferred by measuring Cl^- concentration with strip, has a high relationship ($R=0.8580$) with the concentration of Na^+ in urine, measured by ISE. The results of our study will increase awareness of Na^+ intake and the utility of check salt strip, as well as the possibility of inferred Na^+ concentration from measures of Cl^- concentration as a screening test for reducing sodium intake.

Key words: salt strip, ISE, sodium excretion

서 론

국민 건강영양조사 결과에 따르면(2012년 시행), 우리나라 국민의 일일 나트륨 섭취량은 4,546 mg(남자 5,212 mg, 여자 3,868 mg)으로 세계보건기구(WHO)의 권고 상한치인 2,000 mg의 2배 이상 섭취하는 것으로 나타났다. 우리나라는 식습관상 김치, 장 및 젓갈 등의 섭취가 많아 나트륨 섭취량이 높은 것으로 알려져 있으며, 나트륨의 섭취가 높아질수록 고혈압, 혈관질환, 신장질환, 위암, 골다공증 등을 유발하거나 악화시키는 요인이 된다(Lim JH 2012; Kim HJ 2014).

2013년 통계청 자료에 의하면 우리나라 사망원인의 1순위는 악성신생물(28.8%)이었고, 고혈압, 심/뇌혈관질환 등의 순환기계통질환(21.5%)이 2위로 나타나 사망원인 중 고혈압성

질환과 심/뇌혈관질환이 높은 순위를 차지하고 있음을 알 수 있다(GNU 2007).

하루 소금 섭취량이 100 mmol 증가하면 수축기혈압이 4~5 mmHg 상승하고 이완기 혈압이 2 mmHg 정도 상승하며, 나트륨의 과잉섭취는 혈액의 부피를 증가시켜 혈관수축에 관여하는 부신수질호르몬인 norepinephrin의 분비를 증가시키고 혈관의 말초 저항을 상승시킴으로써 고혈압을 유발한다(Kim & Han 2006; Jeong 등 2014).

일일섭취량을 3,000 mg으로 낮출 경우 사회적 편익은 13조 원에 이른다 - 의료비용 절감 등 3조 원, 사망 감소에 따른 편익 10조 원(Kim 등 2012). 나트륨의 섭취를 줄이면 나트륨 관련 질환 예방 및 의료비 절감, 건강수명 연장 등의 효과가 예상된다. 따라서, 나트륨의 섭취량을 추정할 수 있는 간

[†] Corresponding author: Wang-Yeon Ra, JW Medical Product Plant, Seoul 08502, Korea. Tel: +82-2-2082-8700, Fax: +82-2-2082-8705, E-mail: rwyeon@jw-medical.co.kr

편한 평가도구가 개발되어진다면 자가 나트륨의 섭취관리를 통해 건강관리가 향상될 수 있을 것으로 사료된다.

나트륨 섭취량은 24시간 회상법이나 식사일기법을 이용한 영양조사 이외에도 24시간 소변, 8~12시간 야간뇨(Over-night urine) 및 단회뇨(Spot urine)의 나트륨 배설량으로도 조사할 수 있는데, 각 지역 및 구성원마다 나트륨 섭취량을 조사하는 방법은 다양하며, 각기 장단점을 가지고 있다(Elliot 등 2006).

일례로, 국민건강영양조사의 식품섭취조사는 전문 조사팀이 직접 방문해 24시간 회상법을 이용하여 대상자가 조사 전 하루 동안 섭취한 모든 음식의 종류와 섭취량을 응답하게 하여 조사한다. 가정에서 직접 조리한 경우, 음식의 식재료 종류와 사용량, 조리법 및 조리 후 총량을 추가 조사하여 이를 가족구성원 개인의 섭취 음식별 식품재료량 산출에 이용하는 방식이다.

24시간 회상법이나 식사일기법을 이용한 나트륨섭취량 측정은 대규모 인구집단 조사에서 비교적 용이하게 수행할 수 있는 방법이나, 지난 1일 동안 섭취한 모든 음식의 종류와 그 양을 정확하게 기억하거나 조리 시 첨가한 소금의 양을 정확하게 파악하기 어렵고, 자료처리 시 구축된 음식별 표준 식품재료량을 적용할 경우 개인별 소금 섭취량 차이가 반영되지 않는 단점을 가진다(Kim HJ 2014). 뿐만 아니라, 식품성분 데이터베이스의 나트륨 함량 정확성과 데이터베이스 개정에 따른 추이 비교에 제한점을 가진다. 또한, 24시간 회상법을 이용한 나트륨 섭취량 조사의 타당도는 각 지역별 주요 섭취 음식과 조리 특성에 따라 다른 것으로 나타난다. 서구 지역은 나트륨 섭취의 주요 공급원이 가공식품(미국 77%, 영국 65~70%)이므로 식품 섭취량만으로도 개인별 나트륨 섭취의 상당량을 파악할 수 있어 24시간 소변과의 상관성이 0.3~0.4 정도인 반면, 한국인 대상연구 결과에서는 24시간 회상법을 이용한 나트륨 섭취량과 24시간 소변 나트륨 간 상관성이 0.11로 매우 낮게 나타났다(Shin 등 2010).

나트륨 섭취량을 조사하는 방법 중, 24시간 소변의 나트륨 배설량 측정법이 가장 정확한 방법이나, 자유로운 생활을 하는 일반 인구집단에서 24시간 소변을 누락 없이 수집하는 것이 어렵고 참여자 부담이 크다는 단점이 있다. 이에 반해, 단회뇨(Spot urine)의 나트륨 농도를 이용하여 일일 나트륨 섭취량을 추정하는 방법은 참여자 부담이 적은 장점은 있으나, 나트륨 농도는 수분 섭취량에 영향을 받기 쉬워 개인별 정확한 섭취량을 파악하기에는 한계가 있다. 이러한 단점에도 불구하고, 단회뇨는 24시간 나트륨 배설량을 추정하여 나트륨 평균 섭취량을 파악하는데 유용한 방법으로 제안되었다(Kim HJ 2014). 밤사이 8~12시간 야간뇨(Over-night urine) 나트륨 배설량을 측정하는 방법은 24시간 소변보다는 수집이 용이하여 대상자 부담이 적다는 장점을 가지는 반면, 시간을 정확하게 지켜 완전하게 수집해야 하고 낮과 밤 소변 분비의 항상성

가정이 필요하다는 단점을 가진다. 단회뇨나 야간뇨를 이용한 나트륨 섭취량 추정치의 타당도는 대부분의 연구에서 단회뇨는 24시간 소변과 상관성이 0.28~0.86으로 높은 상관성을 보였으나, 단회뇨 수집 시간과 횟수에 따라 다소 차이를 보였다. 야간뇨의 경우 24시간 소변 나트륨 배설량과 상관성이 0.59~0.76으로 단회뇨 보다 24시간 소변의 대체 방법으로도 타당하다고 보고되었다(Kim HJ 2014).

본 실험에서는 Check Salt Strip과 시중에 출시된 간이염도계, 선택적 이온막 전극(ISE)을 이용한 이온측정기 사이의 K^+ , Na^+ , Cl^- 의 농도를 측정하고, 각 측정법의 결과를 비교하여 노중 Cl^- 측정을 통한 Na^+ 의 농도 유추 가능성과 각 K^+ 이 각 이온의 농도에 미치는 영향을 고찰하고자 한다. 이를 토대로, Na^+ 의 간이적 Screening 검사 도구로서의 Check Salt의 유효성을 확인한다.

재료 및 방법

1. Check Salt의 이론적 배경

고체상의 $AgNO_3$ 는 액체상에서 Cl^- 과 $AgCl$ 을 생성하므로, $AgNO_3$ 의 입자표면에 지시약을 흡착시켜 Cl^- 과의 결합 정도에 따른 색 변화를 이용하여 노중 식염농도를 측정한다. Cl^- 이 Ag^+ 보다 적을 경우, Ag^+ 과 발색제가 결합해 분홍색이 되며, Cl^- 이 Ag^+ 보다 많을 경우, Cl^- 과 발색제가 결합하여 황색이 된다(Tochikubo 등 1986).

2. ISE(Ion-Selective Electrode, 이온 선택 전극)의 이론적 배경

용액 중 특정이온에 선택적으로 응답하는 막을 갖는 일종의 막전극으로, 막과 용액의 계면에 발생하는 전위를 측정함으로써 이온의 농도를 알 수 있다. 전위차 측정법(potentiometry)의 하나로, 정량 농도범위는 보통 10^{-2} ~ 10^{-6} M이다. 구조에 따라서 유리막전극, 고체막전극, 액체막전극 및 고분자막전극으로 나누어진다. 이온전극의 전위는 일반적으로 측정 용액 중에 공존하는 다른 이온에 의해서 영향을 받지만, 방해받는 정도는 선택계수로 정의되며, 값이 작을수록 방해받기 쉽다(Lee YM 2009).

2. 염도계(전기전도도법)의 이론적 배경

물질이나 용액이 전하를 운반할 수 있는 정도로서, 수중의 이온 농도와 밀접한 관계가 있으므로 전도도를 측정하면 용해성 물질의 대체적인 그 값을 추정할 수 있다. 전해질 용액의 전기 전도도는 이온의 농도 외에도 전극 사이의 거리, 전극의 단면적, 이온의 전하 크기, 온도 등에 의해 영향을 받는다(Youn DH 2008).

3. 시료의 준비

S병원의 내원환자 성인 남녀 200명을 대상으로 일시노를 채취하여 4-8°C 냉장보관하였으며, 채취 후 24시간 이내에 나트륨량을 측정하였다.

Table 1. Sample preparation

Date	Sample no.
1 st -day	32
2 nd -day	54
3 rd -day	38
4 th -day	45
5 th -day	31
Total	200

4. 측정장비

Table 2. Measuring equipment

기기	제품명	제조사	측정법
Strip	Check salt (LOT 511)	JW중외메디칼	육안(변색)
염도계	DMT-20 EB-158P	(주)대운기기 EISHIN	전기전도도
ISE	XD 683	Shanghai Xunda Medical Instrument	이온 선택성 전극

5. 측정방법

1) Check Salt

Strip을 검체에 약 1초간 완전히 담근 후 빼 내었다. 2초간 기다린 후 시험지면을 티슈에 약 2초간 가볍게 두드려 여분의 노를 제거하였다. 60초 후에 판정표와 비교하여 측정값을 판정하였다(Fig. 1). 이러한 방법으로 총 3회 반복 실시하였다.

2) 염도계

전원을 ON시켜 염도 측정 대기 상태를 유지하였다. 시료 용기의 바닥이나 벽면에 센서부 부분이 닿지 않게 하여 Urine에 담구었다. 측정값이 안정되면 자동 HOLD 된다(약 5초). HOLD 시 스크린의 측정값을 읽었다. 이러한 방법으로 총 3회 반복 실시하였다.

3) 이온 선택적 전극법(ISE)

일간 점검(Conditionning, deproteinig) 후 2 point cal을 실행하였다. 2 point cal 통과 후 probe를 들어 올리고 주입구에 소변 검체를 담구었다. 자동 흡입 30초 후 출력된 결과를 읽었

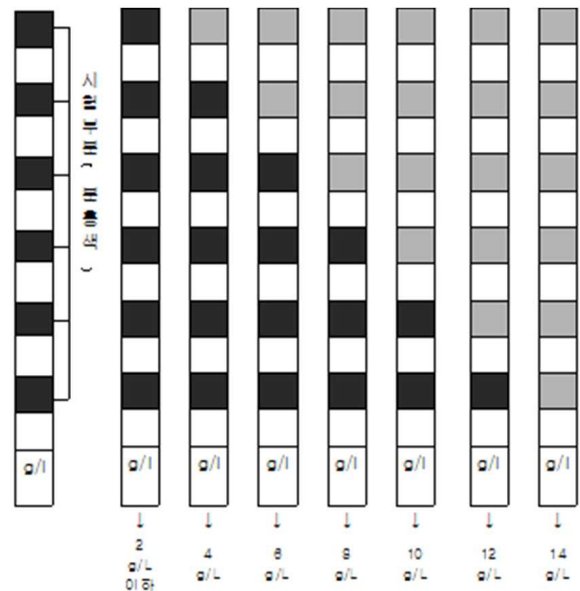


Fig. 1. Check salt strip table

다. K⁺ 측정 시에는 시료를 검사 전에 900 μL의 이온이 없는 정제수와 100 μL의 소변 샘플을 혼합하여 10배 희석한 후 측정하였다. Na⁺, Cl⁻ 측정 시에는 시료를 500 μL의 이온이 없는 정제수와 500 μL의 소변 샘플을 혼합하여 2배 희석 후 측정하였다.

결과 및 고찰

1. Strip과 이온 선택적 전극법(ISE)의 관계

Check Salt Strip은 소변 중 Cl⁻의 농도를 측정하여 Na⁺의 양을 추산한다. Strip을 이용하여 측정한 소변 중 Cl⁻의 농도는 ISE로 측정한 Cl⁻의 농도와 R=0.9338의 상관성을 보였다(Fig. 2). 이는 Strip이 소변 중의 Cl⁻의 농도를 우수하게 측정

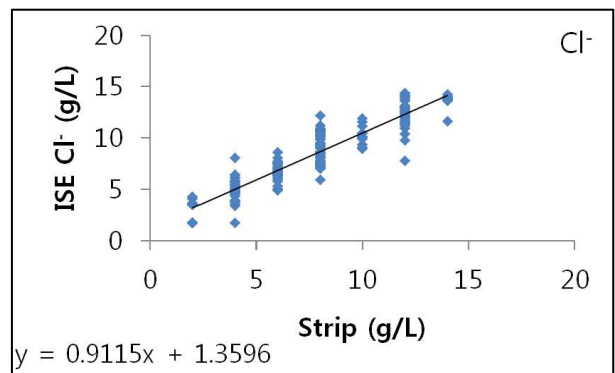


Fig. 2. Strip : ISE Cl⁻. Concentration of Cl⁻ measured by strip(x) and ISE(y) Shows correlation R=0.9338.

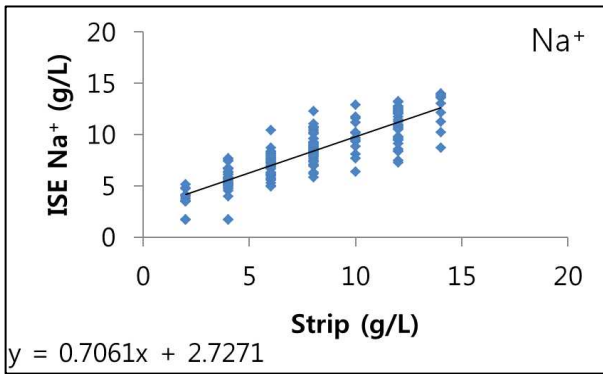


Fig. 3. Strip : ISE Na⁺. Concentration of Cl⁻ measured by strip(x) and Na⁺ used by ISE(y) shows correlation R=0.8580.

해 낼 수 있음을 나타낸다. 다만, Strip의 간격이 2 g/L로 되어 있어 상관성의 감소에 영향을 주었을 것이라 생각된다. Strip의 Cl⁻ 농도 측정값을 이용해 추산한 Na⁺의 농도(1:1 결합으로 계산)와 ISE를 이용해 측정된 소변 중 Na⁺의 농도는 R=0.8580의 상관성을 보였다(Fig. 3).

2. 염도계와 이온 선택적 전극법(ISE)의 관계

염도계는 전기전도도를 측정하여 농도의 NaCl의 농도를 추산한다. 염도계를 이용하여 측정된 NaCl의 농도와 ISE를 이용해 측정된 Cl⁻, Na⁺와의 상관성은 R=0.8336(Cl⁻), R=0.7375(Na⁺)로 각각 나타나, Strip과 ISE의 경우보다 더 떨어지는 결과를 보였다(Fig. 4, 5). 이는 염도계의 측정방법인 전기전도도 방식은 Na⁺와 Cl⁻ 뿐 아니라, 소변에 존재하는 다른 이온들도 측정되어 결과값에 영향을 주기 때문으로 생각된다.

3. 뇨중 Cl⁻ 과 Na⁺, K⁺의 농도

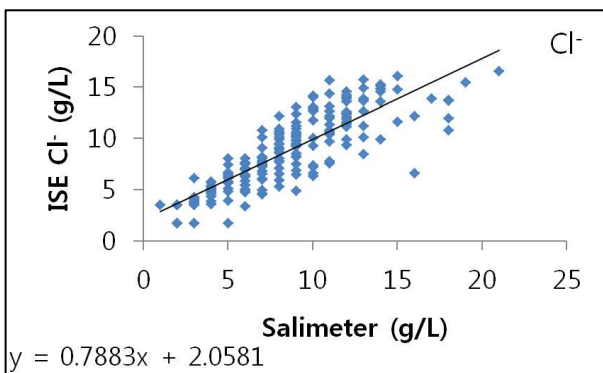


Fig. 4. Salimeter : ISE Cl⁻. Concentration of Cl⁻ measured by salimeter(x) and ISE(y) Shows correlation R=0.8336.

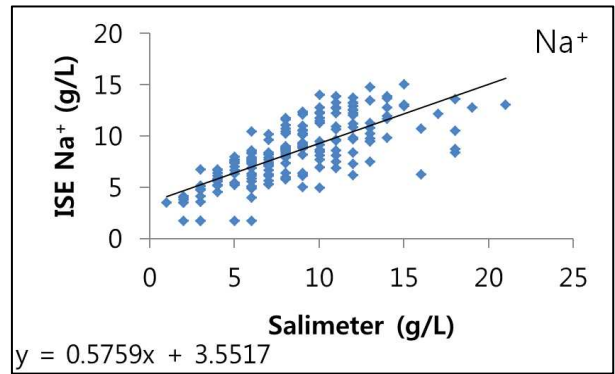


Fig. 5. Salimeter : ISE Na⁺. Concentration of Na⁺ measured by salimeter(x) and ISE(y) Shows correlation R=0.7375.

ISE를 통해 측정된 뇨중 Cl⁻ 과 Na⁺의 양은 R=0.9039의 상관성을 보였다. 이는 두 이온이 소변 중에 NaCl로 많이 존재함을 나타낸다(Fig. 6). K⁺와 Cl⁻은 R=0.3168로 나타나, 뇨중에 KCl로 존재하는 K⁺와 Cl⁻은 Na⁺와 Cl⁻에 비해 상관성이 떨어지는 것으로 나타났다(Fig. 7)(Park 등 2007).

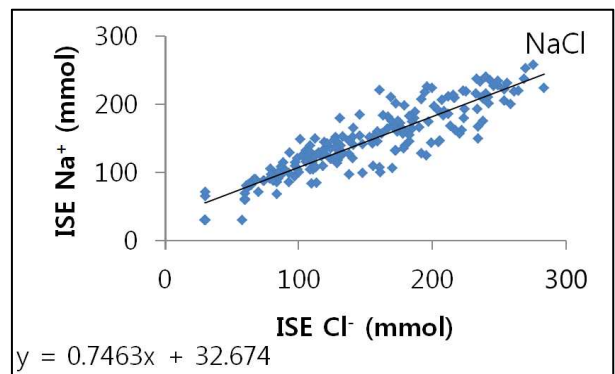


Fig. 6. ISE Cl⁻ : ISE Na⁺. Concentration of Na⁺(y) and Cl⁻(x) using the ISE shows correlation R=0.9039.

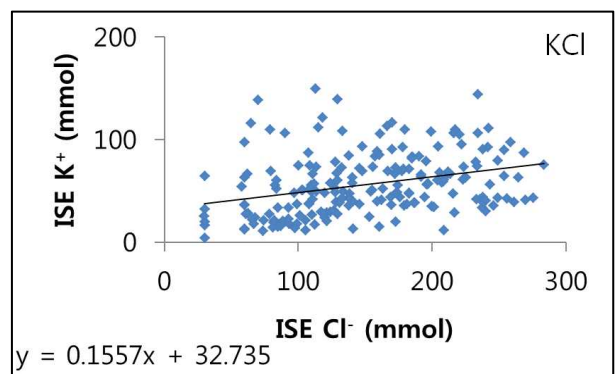


Fig. 7. ISE Cl⁻ : ISE K⁺. Concentration of K⁺(x) and Cl⁻(y) using the ISE shows correlation R=0.3168.

4. **노중 Na^+ 와 Cl^- 농도에 K^+ 의 영향**

노중 Na^+ 와 Cl^- 의 농도에 K^+ 의 농도가 영향이 있는지 확인해 보기 위하여, K^+ 의 농도와 Na^+-Cl^- 농도차의 절대값을 비교해 본 결과, $R=0.2867$ 의 상관성을 나타내어, 전체적인 Na^+ 와 Cl^- 의 농도에 K^+ 농도의 영향은 크지 않은 것으로 보였다(Fig. 8). 그러나, Cl^- 과 Na^+ 의 농도차가 34.22 mM(check salt strip 판정상의 차이를 줄 수 있는 농도 2 g/L를 기준) 이상인 경우에는 K^+ 농도와의 상관성이 $R=0.5789$ 로 높아졌다(Fig. 9).

나트륨 섭취량은 24시간 회상법이나 식사일기법을 이용한 영양조사와 24시간 소변, 8~12시간 야간뇨(Over-night urine) 및 단회뇨(Spot urine)의 나트륨 배설량으로 조사할 수 있다(Elliot 등 2006).

24시간 회상법이나 식사일기법을 이용한 나트륨섭취량 측정은 대규모 인구집단 조사에서 비교적 용이하게 수행할 수

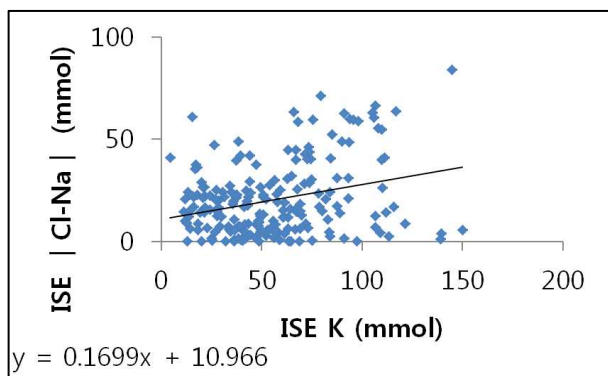


Fig. 8. ISE K : | ISE Cl-Na | . Correlation between concentration of $K^+(x)$ and absolute value of $Cl^- - Na^+(y)$ measured by ISE shows $R=0.2867$.

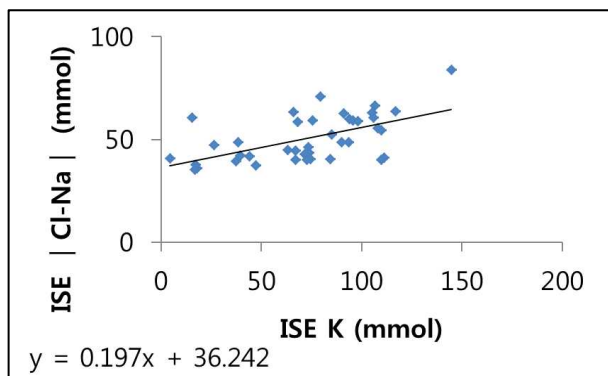


Fig. 9. ISE K+ : ISE | Cl-Na | >34.22 mM. Correlation between concentration of $K^+(x)$ and absolute value of $Cl^- - Na^+$ larger than 34.22 mM(y) measured by ISE shows $R=0.5789$.

있는 방법이나, 지난 1일 동안 섭취한 모든 음식의 종류와 그 양을 정확하게 기억하거나 조리 시 첨가한 소금의 양을 정확하게 파악하기 어렵고, 개인별 소금 섭취량 차이가 반영되지 않는 단점을 가진다(Shin 등 2010).

우리나라의 경우, 국민건강영양조사에서는 24시간 회상법을 사용하여 나트륨 섭취량을 구하고 있으며 식품 자체로 섭취하는 양보다는 조리 중에 더해지는 소금이나 간장 등의 조미료를 통해서 추가되는 양이 상당히 많고 더해지는 소금의 양도 일정하지 않아 24시간 회상법이나 식품섭취빈도법에 의해서 정확한 섭취량을 구하기 힘들다. 반면에 24시간 소변 분석법의 경우, 섭취한 나트륨의 85~95%가 소변을 통해 배설되고, 섭취량과의 상관관계가 높아 타당성이 가장 높다고 알려져 있다(Kirkendall 등 1976; Liu 등 1979; Yon 등 2011).

나트륨 섭취량을 조사하는 방법 중, 24시간 소변의 나트륨 배설량 측정법이 가장 정확한 방법이나, 24시간 소변을 누락 없이 수집하는 것이 어렵다는 단점이 있다. 이에 반해, 단회뇨(Spot urine)의 나트륨 농도를 이용하여 일일 나트륨 섭취량을 추정하는 방법은 참여자 부담이 적으며, 24시간 나트륨 배설량을 추정하여 나트륨 평균 섭취량을 파악하는데 유용하다. 밤사이 8~12시간 야간뇨(Over-night urine) 나트륨 배설량을 측정하는 방법은 24시간 소변보다는 수집이 용이하고, 단회뇨에 비하여 24시간 소변과의 상관성이 높아 24시간 소변의 대체 방법으로 더 타당하다(Kim HJ 2014).

기존 연구에 따르면, 저염 섭취에 대한 비교군 실험에서 저염에 대한 교육만 받은 그룹은 이전과 큰 변화가 없었지만, 교육 후 Check salt strip을 이용해 자가진단을 한 그룹은 (1) 나트륨 배출량 52 mmol/day 감소, (2) 몸무게 1.7kg 감소, (3) 혈압 12/7 mmHg 감소 등의 효과가 나타났다. 이를 통해, Check salt strip을 이용한 자가진단이 나트륨 섭취량, 몸무게, 혈압 감소에 큰 효과가 있음이 입증되었다(Tochikubo 등 1986).

Strip은 소변 속 나트륨의 정확한 측정방법인 ISE와 비교하여 $R=0.8580$ 의 높은 상관성을 나타내었으며, 24시간뇨, 야간뇨, 일시뇨 속의 나트륨 배출량을 간편하게 측정해 낼 수 있다. 이를 이용하여, 주기적인 나트륨 농도의 자가 측정이 나트륨의 섭취량을 관리하여 올바른 식습관을 확립하고 개선하는데 도움을 줄 수 있다.

요약 및 결론

ISE를 이용해 측정한 노중 Na^+ 와 Cl^- 의 농도는 비교적 높은 상관성을 보였지만($R=0.9039$), K^+ 와 Cl^- 의 관계에서는 상관성이 떨어짐을 볼 수 있었다($R=0.3168$). 이는 노중에 Cl^- 은 KCl보다 NaCl로 더 많이 존재함을 나타낸다. 또한, 노중 K^+ 의 증감과 Cl^- , Na^+ 의 농도차는 서로 상관성이 떨어져($R=$

0.2867), 영향이 크지 않았다.

기존 연구에 따르면, 저염 섭취에 대한 비교군 실험에서 저염에 대한 교육만 받은 그룹은 이전과 큰 변화가 없었지만, 교육 후 Check salt strip을 이용해 자가진단을 한 그룹은 (1) 나트륨 배출량 52 mmol/day 감소, (2) 몸무게 1.7kg 감소, (3) 혈압 12/7 mmHg 감소 등의 효과가 나타났다. 이를 통해, Check salt strip을 이용한 자가진단이 나트륨 섭취량, 몸무게, 혈압 감소에 큰 효과가 있음이 입증되었다(Tochikubo 등 1986).

이번 실험결과, Strip과 염도계의 Cl^- 측정은 노중의 Cl^- 농도와 높은 상관성을 가지며, Na^+ 의 농도와는 그보다 조금 낮은 상관성을 가졌다. 하지만, Cl^- 과 Na^+ 의 측정에서 있어서 Strip은 기존에 시판되고 있는 염도계보다 더 좋은 간이적 측정도구로서 사용될 수 있음을 보여주었다(Friedrich 등 1982; Kim 등 2013).

따라서, 24시간뇨, 야간뇨 혹은 일시뇨의 나트륨 배출량의 간편한 측정을 통해 나트륨의 섭취에 대한 경각심을 불러일으켜 전국민의 나트륨 섭취량을 줄이기 위한 Screening 검사로서 Check Salt Strip의 사용은 의미가 있음을 확인할 수 있었다.

References

- Elliott P, Brown I. 2006. Sodium intakes around the world. World Health Organization Press
- Friedrich CL, Naomi SF, Rebecca SS. 1982. Overnight urine collections to estimate sodium intake. *Hypertension* 4:494-498
- Gyungpook National University Health Care Service Support Center. 2007. A study on a scheme to reduce sodium intake.
- Jeong YS, Lim HJ, Kim SB, Kim HJ, Son SM. 2014. Blood pressure and dietary related risk factors associated with high sodium intake assessed with 24-hour urine analysis for Korean adults. *Korean J Community Nutr* 19:537-549
- Kim CH, Han JS. 2006. Hypertension and sodium intake. *J Korean Acad Fam Med* 27:517-522
- Kim CI, Koh EM, Lee YN, Yon MY, Kim DH, Lee JY, Nam EJ, Shin HH, Lee CH, Kim DI, Hong JL. 2012. Cost-benefit analysis of sodium intake reduction policy and international collaboration with WHO for establishing sodium intake guidelines. *The R&D Annual Report of MFDS* 16:141-142
- Kim HH, Lee YK. 2013. Analysis of presumed sodium intake of office workers using 24-hour urine analysis and correlation matrix between variables. *Korean J Nutr* 46:26-33
- Kim HJ. 2014. Sodium intake status in Korea and plan for improvement of sodium intake estimation in the Korea national health and nutrition examination survey. *Public Health Weekly Report, KCDC* 7:425-430
- Kirkendall AM, Connor WE, Abboud F, Rastogi SP, Anderson TA, Fry M. 1976. The effect of dietary sodium chloride on blood pressure, body fluids, electrolytes, renal function, and serum lipids of normotensive man. *J Lab Clin Med* 87: 411-434
- Lee YM. 2009. A principle and research trend of electrochemical sensor. *Hwahak Yeonhap* 2:34-37
- Lim JH. 2012. Salt intake and diabetes. *J Korean Diabetes* 13: 211-214
- Liu K, Dyer AR, Cooper RS, Stamler R, Stamler J. 1979. Can overnight urine replace 24-hour urine collection to assess salt intake? *Hypertension* 1:529-536
- Park SJ, Park HY, Lee SY. 2007. The influence of mixed NaCl-KCl salt on sodium intake and urinary excretion of sodium and potassium. *Korean J Nutr* 40:500-508
- Shin EK, Lee HJ, Lee JJ, Ann MY, Son SM, Lee YK. 2010. Estimation of sodium intake of adult female by 24-hour urine analysis, dietary records and dish frequency. *Korean J Nutr* 43:79-85
- Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadowaki T, Ueshima H, Nakagawa H, Hashimoto T. 2002. A simple method to estimate populational 24 hour urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens* 16:97-103
- Tochikubo O, Sasaki O, Umehara S, Kaneko Y. 1986. Management of hypertension in high school student by using new salt titrator tape. *Hypertension* 8:1164-1171
- Yon M, Lee Y, Kim D, Lee J, Koh E, Nam E, Shin H, Kang BW, Kim JW, Heo S, Cho HY, Kim CI. 2011. Major sources of sodium intake of the Korean population at prepared dish level: based on the KNHANES 2008 & 2009. *Korean J Community Nutr* 16:473-487
- Youn DH. 2008. A theory and application of conductivity sensor. *C&I* 2008.06:41-45

Received 8 June, 2015
 Revised 11 January, 2016
 Accepted 5 February, 2016